

BULLETIN

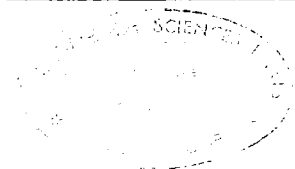
DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

Come vingt-cinquième. Deuxième série.



1867 à 1868



PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ

Rue de Fleurus, 39.

1868

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

Séance du 4 novembre 1867.

PRÉSIDENTE DE M. DE VERNEUIL.

Par suite des présentations faites dans la Réunion extraordinaire à Paris, en août dernier, le Président proclame membres de la Société :

MM.

COUTINHO (João-Martino da Silva), docteur ès-sciences, à Rio-Janeiro (Brésil); présenté par MM. J. Marcou et Louis Lartet.

DÜCKER (le baron de), à Fürstenwalde (Prusse); présenté par MM. de Limur et R.-B. Geinitz.

FIGARI-BEY, place Rosette, au Caire (Égypte); présenté par MM. d'Archiac et Delanoüe.

GUITER, employé au canal de Suez, à Ismalaïa (Égypte); présenté par MM. Ch. Laurent et Delanoüe.

MORENO MIQUEL (Vincent), docteur en pharmacie, rue de l'Arenal, 4, à Madrid (Espagne); présenté par MM. Jean Vilanova et de Verneuil.

OUSTALET, rue de la Chaussée-d'Antin, 6, à Paris; présenté par MM. Hébert et Louis Lartet.

SEOANE (Lopez), docteur-médecin, au Ferrol (Espagne); présenté par MM. Juan Vilanova et de Verneuil.

DA SILVA (Miguel-Antonio), capitaine du génie, professeur à l'École centrale, à Rio-Janeiro (Brésil), présenté par MM. J. Marcou et Louis Lartet.

TARDY, rue Portefoin, 11, à Paris; présenté par MM. Hébert et Louis Lartet.

TISSOT, ingénieur, employé au Ministère des Travaux

publics, au Caire (Égypte); présenté par MM. de Verneuil et Delanoüe.

VELAIN, boulevard Saint-Michel, 109, à Paris; présenté par MM. Hébert et Louis Lartet.

VILANOVA (Joseph), ingénieur des mines, à Cordoue (Espagne); présenté par MM. Jean Vilanova et de Verneuil.

M. POMEL (A.) ancien membre, à Oran (Algérie), est admis, sur sa demande, à faire de nouveau partie de la Société.

Le Président annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de l'Instruction publique, *Journal des savants*, août-octobre 1867, in-8.

De la part de M. le Directeur du Dépôt de la guerre, 30^e livraison de la *Carte de France*, au $\frac{1}{80,000}$, 10 f. gr. monde.

De la part du Comité de la Paléontologie française, *Terrain jurassique*, liv. 11, *Zoophytes*, par MM. de Fromentel et de Ferry, texte, f. 10 à 12, atlas, pl. 37 à 48; — liv. 12, *Gastéropodes*, par M. Piette, texte, f. 7 à 9, atlas, pl. 25 à 36; — liv. 13 et 14, *Échinodermes*, par M. G. Cotteau, texte, f. 1 à 6, atlas, pl. 24; in-8.

De la part de MM. d'Archiac et de Verneuil, *Sur la faune dévonienne de la rive du Bosphore (Extrait des comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, T. LXIV, séance du 17 juin 1867)*, 5 p. in-4.

De la part de M. M. Baretti, *Alcune ozzervazioni sulla geologia delle Alpi Graie*, in-4, 20 p.; Bologne, 1867; chez Gambellini et Parmeggiani.

De la part de M. Joachim Barrande :

1^o *Ptéropodes siluriens de la Bohême. — Introduction*, in-8^o, 16 p. Prague, 1867.

2^o *Système silurien du centre de la Bohême, 1^{re} partie : Recherches paléontologiques*; vol. III. Texte et 16 pl. — *Classe des mol-*

lusques. — *Ordre des Ptéropodes*, in-4, 179 p., 16 pl.; Prague, 1867.

De la part de M. G.-G. Bianconi :

1° *Escursioni geologiche e mineralogiche nel territorio Porrettano*, in-8, 61 p.; Bologne, 1867.

2° *Intorno al giacimento delle Fuciti nel calcare eocenico e sulla origine del calcare stesso*, in-8, 13 p.; Milan, 1867; chez Bernardoni.

De la part de M. Bonissent, *Essai géologique sur le département de la Manche.* — 10° *Époque.* — *Sol tertiaire*; in-8, 32 p.; Cherbourg, 1867; chez Bedelfontaine et Syffert.

De la part de M. Boucher de Perthes :

1° *Exposition publique des produits de l'Industrie.* — *Le Président de la Société d'émulation (d'Abbeville) aux ouvriers*; 1833, in-8, 45 p.; Paris, 1867; chez Jung-Treuttel.

2° *Des idées innées, de la mémoire et de l'instinct*; in-8, 74 p.; Paris, 1867; chez Jung-Treuttel.

De la part de M. Amédée Burat, *les Houillères de France*, in-8, 302 p., et 1 atlas gr. in-4; Paris, 1867; chez J. Baudry.

De la part de M. Cazalis de Fondouce, *Derniers temps de l'âge de la pierre polie dans l'Aveyron*, in-8, 90 p., 4 pl.; Montpellier, 1867; chez C. Coulet.

De la part de M. Th. Davidson :

1° *A monograph of the british fossil Brachiopoda.* — *The Silurian Brachiopoda*, in-4, p. 89-168, pl. XIII-XXII; Londres, 1867.

2° *Perforate and imperforate Brachiopoda (Extr. from the Geolog. Magazine, july 1867)*, in-8, 5 p., 1 pl.

3° *On Waldheimia venosa, Solander, sp. (Extr. from the Annals and Magazine of natural history, for August 1867)*, in-8, 3 p.

De la part de MM. Delesse et A. de Lapparent, *Extraits de géologie (Extr. des Annales des Mines, t. X, 1866)*, in-8, p. 469-597.

De la part de M. Alfred Evrard, *Le plateau de Thostes et ses mines de fer*, in-8, 49 p., 3 pl.; Paris, 1867.

De la part de M. Alphonse Favre :

1° *Note sur le terrain triasique de la Savoie*, in-8, 11 p.; Genève, 1867.

2° *Rapport sur les travaux de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, de juin 1866 à mai 1867 (*Ext. des Mém. de la Soc. de ph. et d'hist. nat. de Genève*, t. XIX, 1^{re} série), in-4, 1867.

De la part de M. F. Garrigou :

1° *Age du Renne dans la grotte de la Vache, vallée de Niaux, près de Tarascon (Ariège)*, in-8, 10 p., 4 pl.; Toulouse, 1867; chez Bonnal et Gibrac.

2° *Divisions fondamentales des eaux thermales des Pyrénées*, in-8, 7 p.; Paris, 1867; chez Victor Masson et fils.

De la part de M. A. Guillier, *Faune seconde silurienne aux environs de Chemiré-en-Charnie*, in-8, 4 p.; Le Mans, 1867; chez Ed. Monnoyer.

De la part de M. James Hall, *Graptolites of the Quebec group*, in-4, 151 p., 21 pl.; Montréal, 1865; chez Dawson frères.

De la part de M. Hébert, *sur les Calcaires à Terebratula diphya de la Porte de France*, in-4, 3 p.; Paris, mai 1867.

De la part de M. A. Leymerie, *Sur l'influence que le sol géologique peut exercer sur la culture et les produits de la vigne dans certaines contrées sud-ouest de la France*, in-8, 19 p.; Toulouse,; chez Douladoure.

De la part de M. R. Ludwig :

1° *Geologische Skizze des Grossherzogthums Hessen*, in-4, 24 p., 1 carte; Darmstadt, 1867; chez G. Jonghaus.

2° *Zur Paleontologie des Ural's*, in-4, 3 fascicules; Cassel, 1862; chez Th. Fischer.

3° *Corallen und paläolitischen Formationen*, in-4, 3 fascicules; Cassel, 1865 et 1866.

4° *Unio pachyodon, U. Kirnensis, Anodonta compressa, A. fabæformis*, in-8, 8 p.; Cassel

5° *Dithyrocaris aus dem Rheinischen Devon-Gebirge*, in-4, 15 p., 1 pl.; Cassel.....

6° *Die Meeresströmungen, etc.*, in-8, 128 p., 15 pl.; Darmstadt, 1865; chez G. Jonghaus.

De la part de M. J. Marcou, *Zur Erinnerung an Dr Albert Oppel, von Prof. Dr F. V. Hochstetter*, in-8, 9 p.; Vienne, 1866.

De la part de M. N. de Mercey, *Sur la division de la formation*

cristalline des Maures, in-8, 8 p., 1 carte; Paris, 1867; chez A. Chaix et C^e, etc.

De la part de M. P. Merian, *Ueber die paläontologischen Bestimmung der Formationen*, in-8, 12 p.; décembre 1866.

De la part de M. G. de Mortillet, *Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme*, mai, juin, juillet et août 1867, in-8.

De la part de M. J.-B. Noulet :

1^o *Nouveau genre de Tortues fossiles proposé sous le nom d'Allæochelys*, in-8, 8 p.; Toulouse

2^o *Gisement de l'Anthracotheium magnum, dans le terrain à Palæotheriums du Tarn*, in-8.; Toulouse

De la part de M. G. Omboni, *Le due recenti teorie sulle correnti atmosferiche*, in-8, 12 p.; Milan, 1867.

De la part de M. F.-J. Pictet, *Nouveaux documents sur la limite de la période jurassique et de la période crétacée*, in-8, 16 p.; Genève, 1867; chez Ramboz et Schuchardt.

De la part de M. A. Pomel, *Explication de la carte géologique de la province d'Oran par MM. Rocard, Pouyanne et Pomel. — Paléontologie. — Zoophytes*, 2^e fascicule. — *Échinodermes* (pas de texte); pl. I à XLIII (moins pl. III, X, XIV). — 5^e fascicule, *Spongiaires*, texte, p. 1 à 13, pl. A à F et I à XVII; Oran, 1867; chez Ad. Perrier.

De la part de M. Raphael Pumpelly, *Geological researches in China, Mongolia, and Japan during the years 1862 to 1865*, in-4, 143 p., 9 pl.; Washington, 1866.

De la part de M. le comte G. de Saporta, *La flore des tufs quaternaires en Provence*, in-8, 32 p., 1 pl.; Aix, 1867; chez Remondet-Aubin.

De la part de M. V.-L. Seoane, *Reseña de la historia natural de Galicia*, in-8^o, 60 p.; Lugo, 1866; chez Soto Freire.

De la part de M. L. Simonin, *Les pays lointains. — Notes de voyage. — La Californie, Maurice, Aden, Madagascar*, in-18, 350 p.; Paris, 1867; chez Challamel aîné.

De la part de M. René Vion; *Étude sur Linné*, in-8, 40 p.; Amiens, 1867; chez Lemer aîné.

De la part de M. le baron Achille de Zigno, *Flora fossilis*

formationis oolithicæ, 3^e et 4^e livraisons, in-f^o; Padoue, 1867.

De la part du gouvernement hollandais, 2 *Cartes géologiques de la Hollande* (Kempen et Limburg).

De la part du gouvernement de la Confédération Suisse, *Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz*. — 3^e liv., *Die süd-östlichen Gebirge von Graubünden*, etc., par le prof^r G. Theobald, in-4, 359 p., 8 pl.; Berne, 1866. — 5^e liv., *Geologische Beschreibung des Pilatus*, par M. Fr. J. Kaufmann, in-4, 169 p., 1 carte et 10 pl.; Berne, 1867.

De la part de la Junta general de Estadística, *Cartes cadastrales et agronomiques de la province de Madrid*.....

De la part de M. Bucaille, *Compte rendu d'une excursion géologique à Elbeuf*, le 14 juin 1866, in-8, 8 p., 1 pl.; Rouen, 1867; chez H. Boissel.

De la part de M. J. Ginestou, *Éléments de géologie* (de sir Charles Lyell), traduit de l'anglais sur la 6^e édition, 2 volumes in-8.; Paris,; chez Garnier, frères.

De la part de M^{me} veuve Viquesnel, *Voyage dans la Turquie d'Europe*. — *Description physique et géologique de la Thrace*, par A. Viquesnel, 11^e livraison, in-4; Paris, 1867; chez Arthus Bertrand.

De la part de M. A. d'Achiardi :

1^o *Corallarj fossili del terreno nummulitico dell'Alpi Venete*, in-4, 53 p., 5 pl.; Milan, 1866; chez G. Bernardoni.

2^o *Coralli fossili del terreno nummulitico dell'Alpi Venete*. — *Catalogo delle specie e brevi note*, in-4, 18 p.; Pise, 1867; chez les frères Nistri.

De la part de M. J.-F. Brandt :

1^o *Einige Worte zur Ergänzung meiner Mittheilungen über die Naturgeschichte des Mammuth*, in-8, 5 p.; Saint-Pétersbourg, 1866.

2^o *Bericht über eine Arbeit unter dem Titel : Zoographische und paläontologische Beiträge*, in-8, 7 p.; St-Pétersbourg, 1866.

3^o *Ueber den vermeintlichen Unterschied des Caucasischen Bison*, etc., in-8, 8 p. Moscou, 1866.

4^o *Zoogeographische und paläontologische Beiträge*, in-8, 258 p.; Saint-Pétersbourg, 1867.

De la part de M. W.-B. Carpenter :

1° *Further observations on the structure and affinities of Eozoon canadense*, in-8, 6 p., 1 pl.; Londres, 1867.

2° *On the shell-structure of Spirifer custodatus, and of certain allied Spiriferidæ*, in-8, 7 p.; Londres, 1867.

De la part de M. Gümbel :

1° *Ueber das Vorkommen hohler Kalkgeschiebe in Bayern*, in-8, 5 p.; 1866.

2° *Weitere Mittheilungen über das Vorkommen von Phosphorsäure in den Schichtgesteinen Bayern's*, 11 p.; 1867.

3° *Kurze Notiz über die Gliederung der sächsischen and bayerischen oberen Kreideschichten*, in-8, 5 p.; Dresde, 1867.

De la part de M. V. Haidinger, *Die Meteoriten des K. K. Hof-Mineralien-Alien-Cab. Cabinets am 1 juli 1867*, in-8, 4 p.

De la part de M. Fr. de Hauer :

1° *Geologische Übersichtskarte der Oesterreichischen Monarchie*, 1 f. Vienne, 1867.

2° *Geologische Uebersichtskarte der Oesterreichischen Monarchie* (texte), in-4, 20 p.; Vienne, 1867.

De la part de M. G.-C. Laube, *Ein Beitrag zur Kenntniss der Echinodermen des Vicentinischen Tertiär-Gebietes*, in-8, 9 p.; Vienne, 1867.

De la part de M. Isaac Lea :

1° *Observations on the genus Unio, together with descriptions of new species in the family Unionidæ, and descriptions of new species of the Melanidæ, Limneidæ, Paludinæ and Helicidæ*, in-4, 146 p., 24 pl.; Philadelphie, 1864.

2° *Tables of the rectification of the M. T.-A Conrad's Synopsis of the family of Naiades of North America*, in-8, 6 p., Philadelphie, 1866; chez Collins.

3° *Check list of the shells of North America. — Unionidæ*, in-8, 7 p.

De la part de M. Lyman Coleman, *The great crevasse of the Jordan and of the Red Sea*, in-8, 15 p., 1867.

De la part de M. A. E. Nordenskiöld, *Sketch of the geology of Spitzbergen*, in-8, 55 p., 2 cartes; Stockholm, 1867; chez P.-A. Norstedt et fils.

De la part de M. Pereira da Costa, *Commissão geologica de Portugal. — Molluscos fosseis. — Gasteropodes dos depositos terciarios de Portugal*, in-4, p. 117 à 252 et pl. XVI à XXVIII; Lisbonne, 1867.

De la part de M. G.-A. Pirona, *Synodontites, nuovo genere di rudiste*, in-8, 16 p., 1 pl.; Venise, 1867.

De la part de M. Ralph Tate, *The geological and natural history repertory*, 1^{er} nov. 1865 et 1^{er} mai 1867, in-8; Londres.

De la part de M. H. de Schlagintweit, *Illustrations of the physical geography of India and High Asia*, 1 feuille gr. monde; Munich, 1867; chez C. Wolf et fils.

De la part de M. G. L. Vose, *Orographic geology*, in-8°, 135 p.; Boston, 1866.

De la part de M. C. Whittlesey, *On the Fresh-Water glacial drift of the Northwestern States*, in-4, 32 p.; Washington, 1866.

De la part de M. T. C. Winkler, *Musée Teyler. — Catalogue systématique de la collection paléontologique*, 6^e livr., in-8; Harlem, 1867; chez les héritiers Loosjes.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1867, 1^{er} sem. — T. LXIV, n^{os} 24 à 25; 2^e sem. — T. LXV, n^{os} 1 à 18, in-4.

Bulletin de la Société de géographie, juin, juillet et août 1867, in-8.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. XIII, 1865, Tableaux météorologiques, f. 1-11. — T. XIV, 1866, *Bulletin des séances*, f. 15-26. — T. XV, 1867, *Bulletin des séances*, f. 1-10, in-8.

Annales des Mines, 1^{re} et 2^e livraison de 1867, in-8.

Bulletin des séances de la Société I. et Centrale d'Agriculture, avril, mai et juin 1867, in-8.

L'Institut, n^{os} 1746 à 1765, 1867, in-4.

Réforme agricole, juin, juillet, août et octobre, 1867, in-4.

Mémoires de la Société Impériale d'agriculture, sciences et arts d'Angers, nouv. période. — T. X, 2^e trim., in-8.

Mémoires de la Société Académique d'agriculture, etc., du département de l'Aube, année 1866, in-8.

Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Colmar, 1865 et 1866, in-8.

Mémoires de l'Académie I. des sciences, etc., de Dijon, 1864, 1865 et 1866; in-8.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, juin, juillet, août et octobre 1867, in-8.

Annales de la Société d'Agriculture, etc., du Puy, 1864-1865, in-8.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale (St-Étienne), nov. et déc. 1866, in-8.

Bulletin des travaux de la Société historique et scientifique de Saint-Jean-d'Angély, 1866, in-8.

Revue agricole, etc., de Valenciennes, mars à juin, 1867, in-8.

Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, t. XIX, 1^{re} partie, 1867, in-4.

Bulletin de la Société Vaudoise des sciences naturelles, vol. IX, n° 57, juin 1867, in-8.

Mémoire de l'Académie Royale des sciences, etc., de Belgique, t. XXXVI, in-4.

Bulletin de l'Académie Royale des Sciences, etc., de Belgique, t. XXII, 1866, et t. XXIII, 1867, in-8.

Annuaire de l'Académie Royale des sciences, etc., de Belgique, 1867, in-18.

Mémoires de la Société Royale des Sciences de Liège, 2^e série, t. I, in-8.

The quarterly journal of the geological Society (of London), n° 91, août 1867, in-8.

Annual report of the Director-general of the Geological Survey of the United Kingdom, the Museum of practical Geology, the Royal School of Mines, and the Mining Record Office, for the year 1866, in-8, 12 p., 3 cartes; Londres, 1867.

Catalogue of the published maps, sections, etc., of the Geological Survey of the United Kingdom up to october 1867, 42 p., 3 cartes; Londres, 1867.

The Journal of the Royal Dublin Society, n° XXXV, in-8.

Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, novembre et décembre 1866 et janvier 1867, in-8.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc., de G. Leonhard et H.-B. Geinitz, 1867, n^{os} 4, 5 et 6, in-8.

Verhandlungen der K. K. geologischen Reichsanstalt, 1867, n^{os} 10 et 13, in-8.

Monatsbericht der K. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, mai et juin 1867, in-8.

Sitzungs-Berichte der Naturw. Gesellschaft Isis in Dresden, janvier à juillet 1867, in-8.

Abhandlungen der K. Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften, années 1865 et 1866, in-4.

Sitzungsberichte der K. Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften in Prag, janvier à décembre 1865, et janvier à décembre 1866, in-8.

Schriften der K. physicalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg, années 1865 et 1866, in-4.

Acta Academiæ C. L. C. G. Naturæ Curiosorum, vol. XXXIII, in-4.

The Athenæum, n^{os} 2,069 à 2,083, 1867, in-4^o.

Memorie della R. Accademia delle scienze di Torino, 2^e série, t. XXII, in-4.

Atti della R. Accademia delle scienze di Torino, t. II, 1866, t. III, janvier et février 1867, in-8.

Giornale di scienze naturali ed economiche di Palermo, 1866, fasc. II, III e IV, in-4.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, físicas y naturales, mai, juin et octobre 1867, in-8.

Revista minera, 15 juin au 1^{er} novembre 1867, in-8.

Mémoires de l'Académie I. des sciences de Saint-Pétersbourg, VII^e série, t. X, n^{os} 3 à 16, et t. XI, n^{os} 1 à 7, in-4.

Bulletin de l'Académie I. des sciences de Saint-Pétersbourg, t. X et XI, et t. XII, f. 1 à 6, in-4.

Bulletin de la Société I. des naturalistes de Moscou, année 1866, n^{os} III et IV, in-8.

Oversigt over det Kgl. Danske Vid. Selskabs Forhandling, 1864 et 1866, in-8.

Proceedings of the American Academy, 6 mars-11 septembre 1866, in-8.

Annals of the Lyceum of natural history of New-York, juin, octobre et décembre 1866, in-8.

Transactions of the Albany Institute, vol. V, in-8.

Transactions of the Connecticut Academy of arts and sciences, vol. I, part. 1, in-8.

The American Journal de Silliman, juillet et septembre 1867, n° 130 et 131, in-8.

Memoirs of the Boston Society of natural History, vol. I, part. I, 1866, et part. II, 1867, in-4.

Proceedings of the Boston Society of natural History, t. X, f. 19-27, et t. XI, f. 1-6, in-8.

Proceedings of the American philosophical Society, vol. X, 1866, n° 76, in-8.

Proceedings of the Academy of natural sciences of Philadelphia, année 1866, in-8.

Journal of the Academy of natural sciences of Philadelphia, nouvelle série, vol. VI, 1^{re} partie, in-4.

Annales del Museo publico de Buenos-Aires, 2^e livraison; Buenos-Aires, 1867, in-4.

Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indie, t. XXIV, 2^e, 3^e et 4^e liv.; Batavia, 1866, in-8.

Annual report of the trustees of the Museum of comparative zoology, at Harvard College, in Cambridge, in-8; Boston, 1867.

Annual report of the Secretary of war, 1866, Washington, in-8.

Annual report of the board of Regents of the Smithsonian Institution for the year 1865, in-8, Washington, 1866.

Smithsonian miscellaneous collections, t. VI et VII, in-8. Washington, 1867.

M. le Président annonce la mort de MM. Michelin, Goubert, Van-Breda et Désoudin.

M. Dangleure offre à la Société, au nom du Comité de la Paléontologie française :

1° La 4^e livraison des *Zoophytes jurassiques*, par MM. de Fromentel et de Ferry (11° de M. Masson).

2° La 3^e livraison des *Gastéropodes du même terrain*, par M. Piette (12° de M. Masson).

3^e Les 1^{re} et 2^e livraisons des *Échinodermes jurassiques*, par M. G. Cotteau (13^e de M. Masson).

M. Hébert présente la note suivante de M. Dieulafait :

Sur l'âge des calcaires blancs des environs de Toulon (Réponse à la note du 17 juin 1867 de M. Coquand); par M. Dieulafait.

Les fossiles néocomiens qui ont servi de base à mon mémoire de 1865 ont été présentés à la Réunion générale des sociétés savantes. Ils sont restés exposés dans le grand amphithéâtre de physique de la Sorbonne pendant toute la durée de la session; ils ont été examinés par tous les géologues présents et il n'a pas été émis le moindre doute sur leur détermination et la signification que je leur assignais. Depuis lors, ils n'ont pas quitté les collections de la Sorbonne.

Voici le passage du mémoire de M. Coquand auquel j'ai fait allusion : « Il s'agit de démontrer que les étages kimmeridgien « et portlandien y sont également représentés (dans les calcaires blancs) et je m'empresse d'avouer que jusqu'à présent il « m'a été impossible de découvrir aucun corps organisé au-dessus « des bancs à polypiers, c'est-à-dire dans une masse de calcaire de « plus de 200 mètres d'épaisseur. Mes efforts ont été partout in- « fructueux, etc. » (1).

Or c'est « dans les parties élevées de la montagne de la Pouraque » (2), par conséquent dans les 200 mètres de calcaires blancs vainement explorés par M. Coquand, que j'ai rencontré les Chames dont je parle dans ma note. Je n'ai donc, je crois, commis aucune inadvertance.

J'ai trouvé dans ces calcaires des milliers de fossiles néocomiens en place, et M. Coquand le savait parfaitement quand il a rédigé sa note du 17 juin dernier. Que veut-il donc dire quand il parle d'autorités invoquées ?

Si la présence de milliers de *Caprotina Lonsdalii*, si l'existence du *Toxaster oblongus* dans ces calcaires du Coudon et du Faron ne sont pas des preuves positives suffisantes pour justifier mon opinion, je prie M. Coquand de me dire quelles sont celles qu'il faut lui apporter.

(1) *Bull.*, 2^e Série, t. XX, p. 558.

(2) *Bull.*, 2^e Série, t. XXIII, p. 465.

Voici un point de la plus haute importance pour la question dont il s'agit :

M. Coquand a *fait présenter* au mois de décembre 1856 au Congrès scientifique d'Aix, à la dernière séance, une note qui n'était autre, dans sa partie essentielle, que celle à laquelle je réponds; elle était accompagnée de trois échantillons intitulés : *Cidaris florigemma*, *Hemicidaris crenularis*, *Apiocrinus Munsterianus*. M. Ph. Matheron était président de la section; M. le comte de Villeneuve-Flayosc, ingénieur en chef des Mines était vice-président; j'avais l'honneur avec M. le comte de Saporta d'être l'un des secrétaires. Or il fut déclaré unanimement que les trois échantillons de M. Coquand étaient *absolument indéterminables*. Je ne mets pas en cause les savants géologues dont je viens de citer les noms; je constate simplement l'existence d'un fait officiellement établi.

Malgré mon désir d'être court, je dois citer ici M. Coquand avant de lui répondre :

« Cette réplique était rédigée.
Ses occupations l'auront sans doute empêché de réaliser cette promesse » (1). Voici ma réponse :

M. Coquand est venu, avant la présentation de sa note à la Société, passer un jour avec moi à Toulon, et je me suis empressé, on le comprend, de soumettre mes fossiles du Coudon et du Faron à l'examen de M. Coquand et *lui ai proposé d'aller visiter soit au Coudon, soit au Faron les gisements de ces fossiles*. M. Coquand m'a répondu que les fossiles que je lui présentais ne laissaient aucun doute dans son esprit, *qu'ils étaient incontestablement néocomiens*. Si donc M. Coquand n'a pas examiné sur les lieux la question si importante qui nous divise, c'est qu'il n'a pas cru devoir le faire. Ce ne sont pas dans tous les cas *mes affaires* qui en ont empêché, puisque j'ai guidé ce jour-là M. Coquand dans une autre course également aux environs de Toulon.

Je vais maintenant m'occuper d'un point dont l'importance, pour moi, l'emporte sur tout le reste.

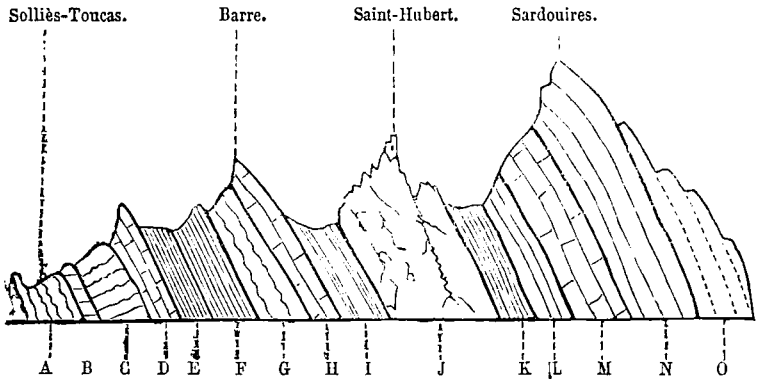
M. Coquand introduit dans la discussion en passant, et d'une manière tout à fait incidente, un élément, non-seulement *nouveau* et étranger à la question qui nous divise, mais qui la transforme immédiatement en une autre n'ayant plus avec celle-ci aucune espèce de rapport : c'est quand il dit que les dolomies

(1) *Bull.*, 2^e Série, t. XXIV, p. 734.

Soc. géol., 2^e série, tome XXV.

de Saint-Hubert sont ou de l'oxfordien supérieur ou du corallien inférieur.

La coupe de M. Coquand sous les yeux (*Bull.*, 2^e série, t. XX, p. 557), précisons bien les faits :



- A — Marnes irisées.
- B — Limestone à *Avicula contorta*.
- C — Lias inférieur dolomitique.
- D — Lias Moyen à *Pecten aequalis*.
- E — Lias supérieur à *Ammonites primordialis*.
- F — Oolithe inférieure à *Ammonites Humphriesanus*.
- G — Grande oolithe à *Ammonites arbustigerus*.
- H — Calcaire à polypiers de Ranville.
- I — Calcaire marneux, kellovien, à *Ammonites anceps*.
- J — Dolomie oxfordienne.
- K — Oxfordien marneux.
- L — Oxfordien supérieur, calcaire à *Ammonites plicatilis*.
- M — Etage corallien.
- N — Etage kimméridgien.
- O — Dolomies portlandiennes.

Les dolomies de Saint-Hubert sont les assises J de la coupe; elles sont recouvertes par les argiles bleues K et les calcaires marneux L, appartenant les uns et les autres à l'oxfordien. Et c'est là un des points sur lesquels M. Coquand insiste surtout; c'est là une de ses découvertes en Provence. C'est ce qui résulte de la citation suivante :

« Comme les argiles bleues K et les calcaires marneux L contiennent entre autres fossiles les *Ammonites tortisulcatus*, *plicatilis*, etc., il va sans dire qu'ils représentent l'oxfordien supérieur, et que, par conséquent, les 300 mètres de calcaires blancs M, N et O, qui les surmontent et dont les escarpements du Coudon offrent un magnifique exemple, constituent essentiellement quelque chose de supérieur à l'oxfordien. Or je

« prétends établir que ce quelque chose représente à la fois les « étages corallien, kimmeridgien et portlandien » (1).

Mais si aujourd'hui M. Coquand admet même la possibilité que les dolomies de Saint-Hubert (couches J, ne l'oublions pas) soient coralliennes, il se trouvera forcément amené à cette nécessité d'avouer qu'il n'a jamais rencontré dans les lieux cités dans sa coupe ni *A. plicatilis*, ni *A. tortisulcatus*, ni aucun des fossiles de cet horizon.

Si j'insiste sur ce point, c'est en vue de l'avenir et nullement pour le cas présent. Il est impossible, en effet, qu'il y ait le moindre doute sur la place relative des calcaires dont je me suis occupé dans ma note de 1865. Ce sont incontestablement ceux qui dans la coupe de M. Coquand correspondent aux lettres M, N, O.

Dans le cas actuel, il m'est parfaitement indifférent que ces calcaires et ces marnes soient oxfordiens ou non, fossilifères ou non ; ils fixent simplement une ligne de départ sur laquelle nous sommes d'accord, M. Coquand et moi ; seulement, j'ai parlé des couches qui ont cet horizon pour base, tandis que M. Coquand parle aujourd'hui des assises qui ont cet horizon pour sommet.

Il est de la dernière évidence que, quand on viendrait à retrouver dans les dolomies de Saint-Hubert (couches J) des représentants du corallien, du Jura supérieur, du valangien ou même, si l'on veut, d'étages nouveaux inconnus jusque-là, je n'aurais pas, par le fait de ces découvertes, à modifier un seul point de ma note de 1865, puisque je me suis exclusivement occupé des calcaires blancs cristallins séparés des dolomies grises sableuses de Saint-Hubert par toute l'épaisseur des marnes et calcaires oxfordiens (couches K et L).

Et maintenant, en terminant, je prends, pour qu'il n'y ait pas place à la moindre équivoque, la coupe de M. Coquand, que j'ai reproduite plus haut, et je dis :

En partant des marnes et calcaires à *A. plicatilis* K et L (sans m'inquiéter de l'horizon auquel ils correspondent) et m'élevant dans les assises, je n'ai jamais rencontré un seul fossile jurassique. J'ai trouvé, au contraire, dans ces assises, des milliers de fossiles néocomiens. Je les tiens sur les lieux, parfaitement en place, engagés dans des bancs énormes, à la disposition de tous ceux de nos confrères qui voudront bien venir me voir à Toulon.

(1) *Bull.*, 2^e série, t. XX, p. 558.

A la suite de la communication de M. Dieulafait, M. Hébert dit qu'il se contentera de relever deux assertions de M. Coquand :

1° Jamais M. Hébert ne s'est refusé à reconnaître l'*infra-lias* dans le Var, et déjà le *Bulletin* contient une protestation contre cette allégation.

M. Hébert ne réclame pas systématiquement la suppression du corallien dans les environs de Toulon et dans le reste de la Provence. M. Hébert s'est contenté de montrer (*antè*, p. 371), que ce que M. Coquand prenait pour des *Diceras arietina* étaient des fragments de Caprotines, probablement *C. Lonsdalii*, et que, par suite, le corallien de la Nerthe, selon M. Coquand, était du néocomien moyen (urgonien d'Orb). Quant aux nombreux échantillons recueillis en différents points, dans les couches contestées, par M. Dieulafait, et sur lesquels M. Coquand cherche à jeter de l'incertitude, ils ont été déterminés *Caprotina Lonsdalii*, d'Orb., et ils ne sauraient donner lieu à aucune hésitation. M. Dieulafait peut s'appuyer avec confiance sur cette détermination. Ce fossile est bien une preuve, ce n'est pas une *opinion*, comme le dit M. Coquand, et il ne représente en rien le *principe d'autorité*.

Le Secrétaire lit une lettre de M. Le Hir, accompagnée d'une liste de fossiles trouvés dans plusieurs localités du Finistère.

Le Secrétaire présente la note suivante de M. Coquand :

Description géologique des gisements bitumineux et pétrolifères de Selenitza dans l'Albanie et de Chieri dans l'île de Zante; par H. Coquand.

§ 1. — ALBANIE.

On lit dans Strabon (1) : « Dans le pays des Apolloniates « il existe un endroit nommé *Nymphæum*. C'est un rocher qui « vomit du feu et au pied duquel coulent des sources d'un bi-

(1) Strabon, *Géographie*, Impr. impér., 1812, t. III, p. 8.

« tume tiède qui, vraisemblablement, provient du bitume li-
 « quéfié ; car on voit sur une colline voisine une mine de bitume
 « où, au rapport de Posidonius, la terre dont on emplit les ex-
 « cavations à mesure qu'on extrait le bitume se convertit en
 « cette substance. »

Vitruve parle des mêmes sources dans les termes suivants (1) :
 « Circà Dyrrachium et circà Apolloniam fontes sunt, qui picis
 « magnam multitudinem cum aquâ vomunt. »

On ne saurait se méprendre sur l'exactitude des indications géographiques fournies par ces deux auteurs ; car il est bien constaté que Durazzo occupe l'emplacement de l'antique Dyrrachium et que le couvent de Pollina est bâti sur les ruines d'Apollonia, que l'on trouve près de l'embouchure de la Vojutza (Aous des anciens), à six heures environ au N.-E. d'Avlona.

Il paraît que les phénomènes curieux qui se manifestent autour de ces sources avaient attiré l'attention des naturalistes grecs et romains ; car il en est fait mention dans les ouvrages d'Aristote et de Pline.

Aristote (2) les décrit de la manière suivante : « Apolloniæ
 « nasci aiunt bitumen fossile picemque instar aquarum è terrâ
 « subsilientem, nihil à macedoniâ differentem, nisi quod atra
 « magis densiorque proveniat. Nec procul isthinc ferunt adcolæ
 « hujus regionis ignem exstare qui perpetuò ardeat. Locus au-
 « tem ardens minimè amplius est, ut videtur, sed quantus de-
 « cem ferè hominibus ad adcumbendum sufficit. Ceterùm sul-
 « fur alumenque redolet, crescitque et circà hunc gramen
 « densissimum, et quod maximè mirere, arbores excelsæ vix
 « quatuor cubitis ab igne distantes. »

Pline (3) les mentionne en ces termes : « Et juxta gelidum
 « fontem semper ardens Nymphæi crater dira Apolloniatis suis
 « portendit, ut Theopompus tradidit. Augetur imbribus, egerit-
 « que bitumen, temperandum fonte illo ingustabili ; aliàs omni
 « bitume dilutius... In Nymphæo exit à petrâ flamma quæ plu-
 « viis accenditur. »

Nous trouvons dans Ælien (4) le passage suivant :

« Apolloniatæ urbem habitant vicinam Epidamno in Ionico

(1) Vitruve, lib. VII, cap 3.

(2) Aristoteles, *De mirabilibus auscultationibus*, chap. CXXVII, édition F. Didot, 1857.

(3) Plinius, lib. II, § 106.

(4) Ælianus, *Variæ historiæ*, lib. XIII, § 16.

« sinu; atque in proximis urbi locis fossile est bitumen et pix
 « eodem planè modo è terrâ exoriens, quo pleræque aquarum
 « scaturigines. Non procul etiam Immortalis ille Ignis ostendi-
 « tur; qui verò ardet locus est exiguus, neque in magnum spa-
 « tium extenditur, neque longum habet ambitum, sulphur
 « autem et alumen olet; circumque ipsum florentes sunt arbo-
 « res, herbaque viridis; et ignis juxtâ exæstuans nihil lædit,
 « neque teneros arborum surculos, neque herbam. Ignis verò
 « diu noctuque ardet, neque desiit unquam, ut aiunt Apollo-
 « niatæ, antè bellum quod cum Illyriis gerere debuerunt. »

Nous trouvons une indication du même genre dans ce texte de Dion Cassius (1) : « Apollonia loco peropportuno sita est,
 « sive terram, sive mare, sive flumina respicias; idque præ
 « reliquis maximam mihi admirationem movit, quod ad flu-
 « vium Aonam ignis multus editur, qui tamen neque in adja-
 « centem tellurem sese exerit, neque eam in quâ existit in-
 « flammat aut arefacit; sed ea herbas, arboresque etiam ponè
 « ignem germinantes edit, quæ imbribus superfusis adolescent,
 « et in altitudinem excrescunt, undè ei loco Nymphæum no-
 « men inditum. »

Enfin, toujours parmi les anciens, Plutarque, dans la Vie de Sylla, reproduit, à propos d'Apollonia, la version des autres auteurs que nous venons de citer. Il dit en effet : « Propè Dir-
 « rachiùm est Apollonia et in vicino Nymphæum, sacer locus,
 « qui ex virenti valle et pratis ignis venas dispersas perpetuò
 « manantes eruclat. »

A part quelques idées erronées, tenant surtout à l'ignorance des anciens des phénomènes naturels, nous verrons que les études auxquelles nous allons nous livrer des gîtes bitumineux de cette partie de l'Épire confirmeront, dans ce qu'elles ont d'essentiel, l'exactitude des renseignements qui nous ont été légués par les écrivains précités.

Les documents fournis par les auteurs modernes sont moins abondants et peut-être moins exacts que ceux que nous avons empruntés aux écrits des historiens grecs et romains. Le premier qui fasse mention des mines de bitume de l'Albanie est Pouqueville (2). Après avoir précisé leur position entre Alvona et les ruines d'Apollonia, il ajoute : « L'étendue des mines
 « qu'on n'a pas cessé d'exploiter depuis un grand nombre de

(1) Dion, *Roman. histor.*, lib. XLII.

(2) Pouqueville, *Voyage dans la Grèce*, t. I, p. 271.

« siècles paraît se prolonger fort loin au S.-E, et la quantité de
 « la poix est telle que l'Europe entière pourrait y puiser pour
 « ses besoins, sans crainte de l'appauvrir. Aux environs on
 « trouve partout le soufre combiné avec différentes sub-
 « stances. »

M. Boué mentionne aussi les mêmes gisements ; mais sa relation est entachée de tant d'inexactitudes, tant sur leur emplacement et sur le niveau qu'ils occupent dans la série stratigraphique, que sur leur puissance et la nature des roches encaissantes, que nous sommes convaincu qu'il ne les aura pas visités lui-même et qu'il se sera contenté de transcrire, sans les contrôler, les détails que le docteur Holland aura consignés dans son ouvrage intitulé : *Travels in Albania and Greece*, ouvrage cité d'ailleurs par M. Boué. Quoi qu'il en soit, voici en quels termes il en rend compte (1) : « Les seuls dépôts étrangers sur-
 « bordonnés au terrain nummulitique sont des amas de poix
 « minérale. Ce minéral occupe à Sélenitza, à l'E. d'Avlone et
 « sur la Soutchitza, une étendue d'environ une lieue un quart
 « de circonférence, dans l'angle formé par la Nojutza et la Sout-
 « chitza. Karbonara, où résident les ouvriers mineurs, en a pris
 « son nom et est le pendant de Vergoraz, dans le cercle de
 « Spalato, en Dalmatie. Le bitume sort de tous côtés du sol, et
 « des couches peu épaisses de calcaire le recouvrent, comme le
 « prouvent les puits d'extraction. Après 10 pieds, on entre
 « dans la poix, qui a plus de 50 pieds d'épaisseur. Les ouvriers
 « mineurs ont même dit au docteur Holland qu'elle avait jus-
 « qu'à 90 pieds. Le fait est qu'ils y creusent de très-longues ga-
 « leries. Cette poix est compacte et ne devient visqueuse que
 « lorsqu'on la chauffe. Des jets de gaz hydrogène carburé sor-
 « tent çà et là de terre et sont assez considérables pour s'en-
 « flammer et couvrir de grands espaces, ce qui rappelle les
 « feux de Pietra Mala, en Italie. Il y a aussi une source d'eau
 « d'où s'élèvent des bulles du même gaz, et qui formait le
 « *Nymphæum* de Plutarque. — Ces mines rappellent donc tout
 « à fait l'amas ramifié de huit toises d'épaisseur de Vergoraz, en
 « Dalmatie. »

Dire que le bitume se trouve enclavé dans l'étage subapennin et non dans le nummulitique, que les roches de recouvrement sont des grès et des poudingues et jamais des calcaires, que Sélenitza est sur les bords de la Vojutza et non sur ceux

(1) Boué, *Turquie d'Europe*, t. I, p. 279.

de la Sutchitza, comme l'indiquent à tort les cartes allemandes, et que l'épaisseur de 50 pieds qui est attribuée aux couches est exagérée de plus de la moitié, même quand on la mesure dans la portion la plus renflée des amas, c'est prouver que des erreurs de cette nature n'auraient jamais été commises par un observateur aussi exact que M. Boué, s'il avait visité lui-même les lieux.

Nous ajouterons, pour compléter la nomenclature de nos citations, que quelques expéditions de ce bitume dirigées, dans ces dernières années, sur les ports de Trieste, de Naples et de Marseille, dans le but de remplacer le brai pour le calfatage des navires, ont permis de juger de ses propriétés chimiques et physiques, mais sans nous renseigner sur les conditions géologiques dans lesquelles il se trouve dans le sein de la terre.

C'est dans l'intention de recueillir ces renseignements qui nous manquent et de comparer ces gisements, pour ainsi dire inconnus, à ceux que nous avons eu l'occasion d'étudier dernièrement dans les montagnes des Carpathes, que nous avons entrepris l'exploration du pays des Apolloniates. Nous eussions jugé notre œuvre incomplète, si nous n'avions examiné en même temps les célèbres sources de pétrole de l'île de Zante, décrites depuis 4000 ans par Hérodote, et qui, quoique situées à une assez grande distance de l'Albanie, ne se rattachent pas moins d'une manière intime au sujet que nous traitons.

Entre Durazzo et Avlona, la côte de l'Épire est plate et ne consiste guère qu'en plaines marécageuses formées par les alluvions des fleuves Usokomobin (*Senussus* des anciens), Beratino (*Apsus*) et Vojutza (*Aous*), qui baignent l'Albanie dans toute sa largeur, et dont les sources s'avivent dans les hautes montagnes de la Macédoine. Mais, à partir de l'île de Saseno, qui protège la rade d'Avlona contre les vents d'ouest, la côte devient escarpée, montagneuse, inaccessible presque partout, et l'observateur se trouve en face de grandes chaînes calcaires remarquables autant par leur blancheur que par l'aridité de leurs pentes, et dont les pics de Sernelès, de Thoraidès et de Schika, par lesquels se terminent les monts Acrocéarauniens, dépassent l'altitude de 1600 mètres. Derrière ce premier rempart l'œil aperçoit, alignées suivant des directions parallèles au rivage, les montagnes plus élevées encore de Skrapari, de Djurad, d'Argenik, que domine d'une manière majestueuse, dans le dernier plan, le colosse de Tomoros, la Maladetta de cette partie de l'Épire.

Nous ignorons si le nom moderne d'Albanie donné à la région occidentale de l'ancienne Grèce continentale est dû à la blancheur de ses montagnes ou à celle des vêtements de ses habitants qui sont tous en laine blanche ; mais ce qui frappe d'abord le géologue dans ce pays accidenté et d'un accès si difficile est certainement, après l'âpre relief de ses grandes chaînes, la couleur uniforme des roches dont ces chaînes sont toutes composées, et qui consistent en un calcaire, blanc comme le lait, subsaccharoïde ou cireux, lequel n'admet aucun banc d'argile ou de grès subordonné, particularité qui, ajoutée à la rareté des fossiles, à leur empâtement et à leur mauvais état de conservation, en rend la classification peu commode.

Sans nous occuper, pour le moment du moins, des formations secondaires dont l'histoire sera esquissée un peu plus tard, nous pénétrons d'emblée dans le cœur de la question en dessinant à larges traits les caractères généraux du terrain où sont concentrés les gisements bitumineux, et qui, entre Kanina, au S. d'Avlona, et le méridien de Bérat, se développe sous forme d'un bassin très-étendu. Ce terrain se distingue, à première vue, des contre-forts calcaires qui l'enserrent de tous côtés par la physionomie de ses collines beaucoup moins élevées, à contours émoussés et arrondis et surtout par une végétation robuste et variée qui contraste avec la charpente vivement burinée et l'aridité des premiers. Disons tout d'abord, pour mieux arrêter les idées, que le bassin dont nous avons à nous occuper appartient à l'étage pliocène qui correspond à la fois aux argiles subapennines de l'Astésan et de la Toscane, ainsi qu'aux dépôts supérieurs à ces marnes, désignés par les géologues toscans par le nom de *panchina*, et dont les environs de la ville de Volterra fournissent un excellent type, avec cette différence toutefois que la *panchina* qui est de nature calcaire, a, dans l'Albanie, pour équivalent, des grès et des poudingues avec *Janira Jacobæa*.

Le terrain tertiaire débute dans les environs immédiats d'Avlona par un système très-puissant d'argiles bleuâtres, mélangées de sable et admettant, à l'état subordonné, quelques couches peu épaisses de grès et de poudingues. Ces argiles, exploitées pour la fabrication des tuiles et de la poterie grossière, barrent vers le N.-E. l'horizon d'Avlona, sous forme d'escarpements abruptes, profondément ravinés et que l'on voit se diriger de là jusqu'à l'embouchure de la Vojutza, en perdant insensiblement de leur hauteur et en se transformant en collines

basses qui séparent la région montagneuse des plaines marécageuses du littoral, véritables maremme et foyer permanent de fièvres pestilentielles. Vers le sud, elles se dépouillent de l'apreté de leurs formes et deviennent des coteaux gracieux que recouvrent des vignobles et des bois d'oliviers. Elles se prolongent un peu au delà de la petite ville de Kanina, où on les voit buter contre les calcaires nummulitiques.

Outre les quelques bancs de grès et de poudingues que nous venons de mentionner, les argiles contiennent, étagées à divers niveaux, trois ou quatre bancs d'un calcaire coquillier, grossier, dont l'épaisseur oscille entre 0 m. 50 et 1 m. 20, et que leur consistance fait rechercher avec activité pour la construction des maisons ainsi que des trottoirs que l'on est obligé d'établir sur un des côtés des routes muletières, afin de les rendre praticables pendant l'hiver. La faible puissance de ces bancs et le vice de leur exploitation, qui consiste dans le simple arrachage des têtes des couches et le remblaiement immédiat des vides par la chute des argiles encaissantes, ont pour résultat de masquer si parfaitement les affleurements, que, si l'on n'est pas conduit sur les lieux par un guide du pays, l'existence de ces couches pourrait fort bien échapper aux regards de l'observateur. Elles sont entièrement pétries de fossiles.

Ces calcaires sont de couleur jaunâtre et quelquefois oolithiques. Le gisement le plus rapproché de la ville se trouve au sud de la fontaine d'Apléma, où leur présence est trahie par des déblais de carrière que l'on rencontre au milieu des oliviers. Sur ce point ils sont presque verticaux et dirigés N. E., S. O., avec plongement vers le N. O.; mais, en les suivant dans leur prolongement vers le sud, on voit quelques-uns d'entre eux qui se désagrègent avec une facilité extrême, se fondent dans les argiles bleues et contiennent une très-grande quantité de fossiles libres et bien conservés, qu'on ne saurait distinguer de leurs analogues du Plaisantin et de l'Astésan. Il serait inutile d'en donner le catalogue complet; mais, pour bien établir la date du dépôt pliocène dans lequel on les recueille, nous nous contenterons de citer les espèces suivantes :

Venus plicata, Gmel.

Arca diluvii.

Anomia corrugata, Brocchi.

— *epiphium*.

Lutraria elliptica, Lam.

Pinna tetragona.

Ostrea navicularis.

Murex turritus.

— *brandaris*, Linné.

Buccinum semistriatum, Brocchi.

— *mutabile*.

Nassa variabilis.

<i>Pleurotoma dimidiata.</i>	<i>Turritella vermicularis.</i>
<i>Cardium edule</i> , Linné.	— <i>quadricarinata.</i>
<i>Nucula margaritacea.</i>	<i>Natica millepunctata.</i>
<i>Pecten plebeius</i> , Brocchi (non La-marck).	— <i>olla</i> , Marc de Serres.
— <i>dubius.</i>	— <i>helicina</i> , Brocchi.
<i>Pectunculus insubricus.</i>	<i>Columbella subulata.</i>
<i>Turritella tricarinata.</i>	<i>Cerithium doliolum.</i>

On peut faire en peu de temps une récolte abondante de ces fossiles dans les coteaux que traverse la route d'Avlona à Inharena, et qui établissent la séparation des eaux de la Sutchitza d'avec celles qui se jettent directement dans la mer.

Au-dessous de ces bancs fossilifères, mais séparés d'eux par des argiles bleues de plus de soixante mètres de puissance, on remarque deux énormes amas gypseux que la couleur grisâtre de leur surface dénudée permet de reconnaître d'assez loin. Ils forment une ceinture continue au-dessus d'Avlona, et on les voit se prolonger vers le nord jusque dans le territoire d'Arta. La masse entière est formée de cristaux lenticulaires entrelacés, et, quoique noyée au milieu des argiles, elle est d'une pureté remarquable et elle n'alterne jamais avec elles. Ces amas, parallèles entre eux, sont séparés les uns des autres par un nerf d'argiles de 10 mètres environ. Le premier peut avoir 20 mètres de puissance et le second 25. On dirait des dykes d'origine volcanique. Cependant, si on les observe sur des points convenablement choisis, on ne tarde pas à reconnaître, dans la marche régulière de certaines lignes, des temps d'arrêt et des indices de stratification auxquels correspondent des changements dans la structure et dans la dimension des cristaux, caractères plus que suffisants pour dévoiler leur origine sédimentaire et leur contemporanéité avec les argiles auxquelles ils sont surbordonnés.

Si la base de l'étage pliocène dévoile, comme les détails qui précèdent tendent à le démontrer, une période de calme et de tranquillité, la partie supérieure, au contraire, correspond à une période d'agitation, car elle est exclusivement formée d'assises puissantes, de grès, de sables et de poudingues, dont l'épaisseur, mesurée sur les points où la série est complète, est vraiment prodigieuse et dépasse une centaine de mètres.

Cette partie supérieure débute, au-dessus des argiles bleues, mais au moyen d'alternances ménagées, par des grès jaunâtres, qui passent à de véritables poudingues. Les éléments roulés

dont ceux-ci sont formés appartiennent à des calcaires blancs créacés ou nummulitiques empruntés aux montagnes du voisinage, à des silex grisâtres, à des quartzites bruns ou verdâtres, à des jaspes, des quartz hyalins, des diorites, des euphotides et des roches syénitiques dont le gisement nous est inconnu, et dont on ne trouve aucun représentant dans les galets charriés par la Vojutza, en amont de la ligne où le fleuve entame la formation tertiaire. Ces poudingues alternent avec des grès souvent fossilifères, et donnent naissance, en se désagrégeant, à un terrain caillouteux, meuble, qu'on serait tenté de rapporter au diluvium. C'est là l'équivalent de la panchina de Volterra que caractérisent en Italie, ainsi qu'en Albanie, la *Janira Jacobæa* et le *Cardium edule*, tout comme les gypses me paraissent être les équivalents des gypses pliocènes de Scilli et de Gesso en Sicile.

N'oublions pas de mentionner, entre le niveau des poudingues et celui des argiles bleues, un développement assez important de marnes ou argiles blanches, dont la couleur trahit la présence à des distances très-considérables, et qui fournissent un signe de repère précieux. Comme les montagnes tertiaires de cette partie de l'Épire sont recouvertes de makis toujours vertes, les ravins qui en déchirent les flancs mettent à découvert les argiles blanches, et ce contraste criant de blanc et de vert semble représenter de loin une gigantesque livrée de l'époque de la renaissance, dans laquelle on aurait ouvert des crevés de distance en distance.

Ces considérations générales une fois exposées, nous croyons devoir décrire l'itinéraire que nous avons suivi depuis Avlona jusqu'aux gisements bitumineux, autant pour ne pas nous égarer dans des digressions superflues, que pour servir de guide aux géologues qui viendront après nous, dans un pays où les mœurs des habitants, l'absence d'auberges et de routes, la difficulté de se procurer des interprètes, placent le voyageur dans de très-grands embarras, dans un pays où la sûreté personnelle n'existe qu'à la condition d'être protégée par une escorte fournie par l'autorité des pachas, où toutes les circonstances contraires jointes aux fièvres intermittentes qui, dans la saison d'été, déciment la population, créent des obstacles que la volonté la plus résolue a de la peine à surmonter, et qui rappellent, mais en les dépassant de beaucoup, ceux contre lesquels on a à lutter au milieu des tribus barbaresques, dans un pays, en un mot, qui n'a de commun avec le reste de l'Europe méridionale que le soleil, les productions naturelles du sol et les lois générales de la géolo-

gie. Il paraît que les choses s'y passaient différemment et mieux du temps d'Homère.

Avlona est bâtie sur les limites de la plaine alluviale d'Arta et des coteaux qui la séparent de la vallée de la Sutchitza, et dont la direction générale est N. O., S. E. Les dernières rues sont étagées sur les argiles bleues. Après une demi-heure de marche, on voit le chemin de Bérat, barré par deux amas de gypse qui font saillie au-dessus du sol, et que l'on peut suivre en direction jusqu'au-dessous du monticule de Kousbaba que couronnent des tombeaux musulmans à arcades; mais il est à remarquer qu'ils atteignent leur maximum de puissance dans les alentours d'Avlona même, à partir desquels on les voit s'amincir graduellement pour disparaître enfin, de manière qu'on n'en observe plus de vestige sous les murs de Kanina, bien qu'on n'ait pas abandonné un seul instant les argiles bleues auxquelles ils sont subordonnés. Cet accident n'est pas particulier à l'Albanie seulement; on sait qu'il se reproduit assez généralement pour les gisements de cette nature qui se rencontrent au milieu des formations tertiaires et secondaires.

A l'est de la fontaine Apléma, juste au-dessus du mamelon de Koubi, autre cimetière musulman, on remarque les grès et les poudingues par lesquels débute la partie supérieure de l'étagage; mais, comme ordinairement les chemins franchissent les montagnes par les points de plus grande dépression, c'est-à-dire par les cols, on ne quitte guère, en les suivant, le niveau des argiles, et, pour atteindre celui des poudingues, il convient d'escalader les hauteurs qui se dressent à la droite et à la gauche de l'observateur.

Un des points les plus favorables pour ce genre d'études est sans contredit la petite ville de Kanina, que commande une forteresse bâtie par les Vénitiens, aujourd'hui presque en ruines, et dont les maisons blanchies à la chaux couronnent, comme autant d'ouvrages crénelés, une crête de rochers au-dessous de laquelle s'ouvrent des deux côtés des précipices inaccessibles. Cette position, que la nature et la main de l'homme se sont plu à créer si forte, a conspiré, avec l'assurance de l'impunité et les habitudes pillardes des Albanais, à développer chez les Kaniens le goût des aventures et des expéditions audacieuses; et si aujourd'hui l'autorité plus vigilante des pachas a contrarié, jusqu'à un certain point, la vocation qui les entraîne naturellement vers le brigandage, on n'en cite pas moins de temps en temps de ces coups de main hardis qui prouvent que les enfants

ne sont pas indignes de la réputation que leur ont léguée leurs pères.

Ce nid d'aigle est bâti sur les grès et sur les poudingues. Les couches y sont presque verticales, et, à cause de leur désagrégation inégale, elles donnent aux affleurements une structure tranchante qui en rend l'accès difficile.

J'ai profité de mon excursion à Kanina et de son voisinage avec les calcaires blancs, par lesquels débudent les fameux monts Acrocérauniens, pour chercher à établir la filiation des terrains tertiaires entre eux, ainsi que leurs rapports avec les terrains secondaires. Ce n'était pas là une vérification de simple amusement. Une première expédition, dirigée du côté de la mer, m'a montré, près de la fontaine Anapi (Platane), au-dessous du phare qui indique la passe du golfe d'Avlona, entre le cap Linguetta et l'île de Sasone, m'a montré, dis-je, le système tertiaire redressé et replié plusieurs fois sur lui-même. Il était formé de couches assez puissantes de grès verdâtres, sableux, friables, alternant avec des argiles verdâtres que je n'ai rencontrées qu'en ce seul point, et qui m'ont paru être inférieures aux argiles bleues. S'il en est ainsi, ces grès devraient peut-être être considérés comme miocènes, surtout si un *Clypeaster altus* que j'ai vu entre les mains de M. Calzavaro, consul d'Autriche à Avlona, provient véritablement de cette localité, ce qui n'est pas établi d'une manière certaine. Pour moi, je n'ai pu y découvrir aucun fossile, malgré des recherches minutieuses, et le dérangement qu'ont subi les couches au contact des calcaires nummulitiques ne permet de rien affirmer de positif à leur égard. Toutefois, cette difficulté ne saurait être invoquée contre l'âge des argiles et des poudingues auxquels leur position et les fossiles assignent incontestablement une date pliocène.

Une seconde vérification pratiquée dans l'intérieur des terres et sur le prolongement oriental de ces mêmes calcaires blancs, au point même où ils atteignent la rivière de la Sutchitza, m'a mis en présence de ces mêmes terrains, mais plus développés peut-être, et reposant, en concordance de stratification, sur un ensemble très-puissant de calcaires blanchâtres et grisâtres, résonnant sous le marteau à la manière des phonolithes, alternant avec des marnes argileuses de couleur cendrée, peu délayables dans l'eau, et qu'il est facile de distinguer des argiles pliocènes. Les calcaires sont généralement disposés en plaquettes ou en couches bien réglées, d'une grande homogénéité, et, à cause de leur alternance avec les argiles, forment

sur le terrain des espèces de gradins à enjambées inégales. Le grain en est fin, serré et miroitant.

Il faut s'armer de patience pour y découvrir des vestiges de corps organisés. Cependant, en ayant soin de donner la préférence aux blocs dont les agents extérieurs ont décapé la surface, on parvient à apercevoir des Alvéolines et d'autres foraminifères, reconnaissables à la structure interne de leurs coquilles. Mais, comme fossiles des plus répandus, je dois mentionner des Orbitolites très-minces, de la taille d'une grosse lentille, et qui composent à elles seules des couches de 2, 3, et jusqu'à 10 décimètres d'épaisseur, couches dont les habitants des villages voisins choisissent les plus légères pour en couvrir leurs maisons. C'est sur les bords mêmes de la Sutchitza, au-dessous du village de Drakovitza que sont ouvertes les carrières de ces dalles.

J'avais bien là sous les yeux un représentant de l'étage éocène; mais à quelle division de l'échelle correspondait-il? Voilà une question qu'il ne m'a pas été donné de résoudre avec toute la précision désirable, à cause de l'impossibilité d'arriver à la détermination spécifique des foraminifères qu'il renfermait. Comme je n'ai remarqué aucune Nummulite, j'incline vers l'opinion, qu'on doit la rapporter au calcaire à fucoïdes qui, en Italie et dans les Carpathes, contient également des Orbitolites et des Alvéolines sans Nummulites, d'autant plus que je trouvais ces dernières, c'est-à-dire l'équivalent du calcaire grossier, dans les calcaires blancs qu'à Drakovitza, ainsi que dans le ravin profond qui déchire la montagne au-dessus du Phare, près de Crionéro, on observe au-dessous du calcaire à Orbitolites. Avec les Nummulites, qui sont très-abondantes dans certaines couches, je recueillais des fragments de polypiers et des articles d'*Apiocrinus*. Ce n'est point le lieu de discuter comment le genre *Apiocrinus*, relégué jusqu'ici dans les formations secondaires, remonte en Albanie dans l'étage éocène, pas plus qu'il n'aurait été permis de se récrier contre la présence du genre *Pentacrinus*, quand on le signala pour la première fois dans le miocène de la Superga.

Ajoutons cependant que si, à cause de la disette des fossiles, les calcaires à Orbitolites peuvent être un objet d'embarras pour le géologue, il n'en est point de même au point de vue de leur application industrielle. Ils contiennent de nombreux rognons de silex qui sont, pour les habitants de Drakovitza, la source d'un commerce assez actif. Les silex servent à la fabrication

des pierres à fusil; or, si on veut bien remarquer qu'en temps de paix, chaque Albanais ne sort jamais de chez lui sans être armé d'une escopette et de deux pistolets, on comprendra toute l'importance d'un produit que les fulminates, inconnus dans la contrée, n'ont point encore détrôné. Les pièces de silex de grande dimension sont réservées pour la confection des meules.

Comme les matériaux que fournit l'étage pliocène, à part la panchina, sont de consistance trop friable pour pouvoir être employés dans les constructions, on emprunte ordinairement les matériaux solides aux calcaires blancs de la montagne de Longara. Parmi les blocs de rochers arrachés sur divers points et au hasard, on en remarque un certain nombre qui sont entièrement remplis de rudistes qui trahissent l'existence de l'étage provencien dans cette partie de l'Albanie. J'eus le plaisir d'en découvrir un gisement des mieux caractérisés, au sud du cap Linguetta, dans la branche montagneuse du golfe d'Avlona, par laquelle se terminent les monts Acrocéarauniens, et à laquelle fait suite l'île de Sasone. Ce fut juste en face du mouillage dans lequel ancrent les navires qui viennent y charger du bois.

Les couches sur ce point présentent un bombement, grâce auquel elles se répètent de chaque côté d'une manière symétrique et on peut les étudier avec facilité, la mer en ayant dénudé la base jusqu'à une certaine hauteur. Ce sont encore des calcaires blancs que, sans le secours des fossiles, on distinguerait difficilement des calcaires nummulitiques. Cependant, leur grain est plus pierreux et ne présente pas ce miroitement particulier qui caractérise ceux-ci; de plus, ils ne retiennent pas de silex, mais en revanche des masses de rudistes solidement empâtés dans leur gangue, dont les plus communs sont les *Hippurites cornu-vaccinum* et *organisans*, les *Sphærulites Sauvagesi* et *angeiodes*. Quelques bancs se montrent pétris de Caprines que l'on reconnaît bien à la section de leurs valves. On croit avoir sous les yeux des calcaires à *Chama ammonia*; mais cette confusion, possible seulement si la roche qui les contient était examinée hors de place, ne peut se produire quand on l'observe dans son gisement naturel, car on la trouve engagée entre deux bancs à rudistes provenciens. Si à ces fossiles on ajoute une *Acteonella lævis*, passée à l'état de moule, on aura l'inventaire des richesses paléontologiques que m'a offertes la montagne de Longara.

Sur les bords opposés du golfe se dressent magistralement

les montagnes de Morrova, dont les flancs escarpés montrent un développement de calcaires blancs de près de 500 mètres de puissance. On voit très-distinctement les calcaires à rudistes constituer le piédestal de cet immense édifice; mais il m'a été impossible d'en gravir les pentes jusqu'au sommet, et d'établir une séparation exacte entre ceux-ci et les calcaires nummulitiques, d'autres calcaires blancs sans fossiles s'interposant entre ces deux niveaux fossilifères. Néanmoins, un fragment d'*Ananchytes*, rencontré dans les éboulis, y rend vraisemblable l'existence de la craie blanche. Dans ce cas, on aurait en Albanie le pendant des formations tertiaires et secondaires des Alpes, du Tyrol et des Alpes Vénitiennes; et la ressemblance serait complète par la présence au cap Rosso, près de Santi-Quaranti, du fameux *calcare rosso ammonitifero*, de position constatée aujourd'hui, qui y a été exploité comme marbre, et dont les produits figurent dans plusieurs monuments de Corfou, notamment dans l'église de Saint-Spiridion et dans le palais Capo d'Istria.

On voit déjà par ce simple aperçu qu'il convient de dépecer en plusieurs systèmes indépendants la masse épaisse des calcaires blancs qui forment l'ossature de la presque totalité des chaînes montagneuses de la Basse-Albanie. Pour mon propre compte, j'ai regretté vivement que l'objet spécial de mes études m'ait presque constamment rejeté dans le terrain tertiaire. Je savais par expérience le temps qu'il aurait fallu dépenser pour obtenir l'ordre chronologique des divers étages, lorsque ces étages sont composés de calcaires de même couleur et de même texture, et que l'élément argileux fait défaut ainsi que les fossiles. En Épire, les difficultés étaient rendues plus grandes encore à cause de la configuration même des montagnes qui, dans les abrupts où se montre la sortie des couches, sont inabordable, et dont les revers à pente douce sont recouverts de massifs impénétrables ou de forêts où les sangliers pénètrent plus facilement que les géologues et y trouvent au moins un abri qui est refusé à ces derniers. On est donc obligé de gagner presque constamment les crêtes où l'on est assez mal placé pour les recherches géologiques.

Quoi qu'il en soit, et pour nous en tenir aux faits positifs que nous avons recueillis, il devient bien établi que notre étage pliocène se sépare nettement de tous les calcaires blancs qui les supportent, quel que soit d'ailleurs l'âge de ces calcaires.

Après cette digression, qui donne un aperçu général de la constitution géologique de la contrée, il est temps de reprendre notre itinéraire.

Une fois parvenu à la ligne de faite de la vallée de la Sutchitza, j'embrassais du regard un des horizons les plus vastes et les plus variés. A mes pieds, et jusqu'au delà de la rivière, s'étendait une grande plaine couverte de maïs, qu'enserrait une ceinture de collines plantées d'oliviers séculaires, tandis que dans le lointain se dressaient en amphithéâtre une série de montagnes calcaires, remarquables par la hardiesse de leurs formes et la bizarrerie fantastique avec laquelle leurs crêtes se découpaient en obélisques, en pics et en murailles démantelées. Parmi les sommités les plus saillantes se faisaient surtout remarquer les montagnes de Laparla, de Bratey, de Therbatzy, de Vranzyta, de Coutzi ; enfin, dans les limites les plus reculées apparaissaient les cimes de Skrapari et celles de Tomoros, qui, au S. E. de Bérat, séparent les eaux de la Vojutza de celles de l'ancien Apsus.

Après avoir franchi la Sutchitza, nous gagnâmes immédiatement les crêtes des monts, afin d'éviter les argiles bleues dont les ravins rendent le parcours presque impraticable, et nous marchâmes constamment sur des grès jaunâtres et de grandes masses de poudingues qui alternent à plusieurs reprises, se remplacent mutuellement et n'offrent rien de régulier dans leur distribution.

Les Albanais ont l'habitude de bâtir leurs habitations sur les sommités, moins pour échapper aux atteintes de la fièvre que pour se soustraire à l'inconvénient des boues en lesquelles les argiles bleues se convertissent pendant l'hiver. Nous passâmes successivement en revue les misérables villages de Penkowa, de Verzantzi, de Tribola, où j'eus le plaisir de recueillir, au milieu des poudingues, le *Cardium edule* et la *Turritella tricarinata*, puis Couzzolassiou que domine, vers le N. E., un promontoire de poudingues, et dont les maisons ont leurs fondations sur les premiers bancs des argiles bleues. Pour nous rendre de cette dernière station à Sélenitza, nous dûmes regagner les hauteurs par des sentiers presque âpres, tracés au milieu des poudingues, sur lesquels nos montures avaient beaucoup de peine à se maintenir, et qu'il fallait suivre pourtant, afin d'éviter les crevasses béantes qui dépeçaient les ourlets des précipices et préparaient les portions de terrain destinées les premières à l'abîme. Nous arrivâmes enfin à un ancien camp

ruiné, au-dessous duquel se montraient éparpillés, à l'ouest, les gourbis et les misérables cabanes de Sélenitza, et à l'est fuyaient dans toutes les directions des fondrières profondes sur lesquelles se détachaient en noir une foule d'affleurements de bitume solide.

Familiarisé par deux années d'études avec les gisements de pétrole dans les Carpathes et dans l'Italie, je pensais que l'Albanie devait reproduire des accidents, sinon tout à fait semblables, du moins à peu près identiques avec ceux que m'avaient dévoilés les terrains éocènes des Principautés danubiennes et de la Sicile; mais je fus trompé dans mes prévisions, d'abord parce que le terrain bituminifère était bien plus moderne, et ensuite parce que la manifestation des salses, qui ont rendu les bords de la mer Caspienne et de la mer Noire si célèbres dans l'histoire des phénomènes naturels, ne pouvait s'opérer en Albanie, par la raison toute simple, que les terrains n'y étaient pas salifères, et que les pétroles, ne s'y montrant pour ainsi dire plus à l'état liquide, n'étaient pas susceptibles d'éprouver cette décomposition lente qui donne naissance au gaz hydrogène carboné, et, par suite, aux volcans de boue.

Mais, par compensation, j'avais à ma disposition et avec une abondance prodigieuse qui laisse dans l'effacement les bitumes trop vantés de la mer Morte, des dérivés de ces mêmes pétroles, emmagasinés dans des terrains que je pouvais aborder et examiner avec la plus grande facilité dans toutes leurs conditions de position et de relations, soit entre eux, soit avec les roches encaissantes, sans que je fusse obligé, pour en composer l'histoire, de recourir à ces hypothèses merveilleuses ou invraisemblables qui ne tendraient à rien moins qu'à faire du pétrole l'auxiliaire indispensable des volcans et des tremblements de terre, lorsque son rôle modeste s'est borné à élever sans bruit quelques taupinières de boue à la surface du sol et à produire, à travers quelques fêlures des montagnes, en dégagant du gaz inflammable, que la main de l'homme est obligé d'enflammer, ces volcans de feu sans laves et sans cratères qui n'ont pas même la force d'échauffer les parois des rochers qu'ils traversent et qui respectent même les herbes qui poussent à leur contact. Si l'on ajoute que tous ces phénomènes s'accomplissent sous l'influence d'une température qui se maintient constamment inférieure à celle de l'air atmosphérique, on conviendra que l'intervention des agents incandescents de l'intérieur du globe, invoquée par certains auteurs, convient très-peu à leur tempé-

rament et va droit contre l'hypothèse mise en avant pour expliquer leur formation.

La suite de ma relation démontrera que si les Carpathes ne m'ont montré les huiles minérales qu'à l'état de naphle plus ou moins chargé de matières goudronneuses, et quelquefois, mais rarement, à celui de bitume glutineux, c'est-à-dire dans sa première phase d'existence et de transmutation, Sélenitza me devait montrer ce même pétrole parvenu à la limite extrême de son épuisement, c'est-à-dire réduit en une substance solide, incapable de se décomposer spontanément et d'engendrer de nouveaux produits dérivés; d'où il est rationnel de conclure que l'histoire de cette substance consiste en deux évolutions distinctes, dont la première a pour théâtres principaux de sa vie active l'Amérique du Nord et les régions carpatho-caucasiennes, et la seconde les bords de la mer Noire et de Basse-Albanie; et, comme trait d'union entre ces deux états extrêmes, qui représentent la naissance et la mort, nous mentionnerons l'existence du bitume glutineux, substance intermédiaire et non permanente, par laquelle le pétrole passe avant de perdre sa fluidité primitive et d'avoir acquis la consistance qu'il doit conserver toujours; c'est ce qu'on peut appeler l'époque de la vieillesse et de la décrépitude.

Le camp ruiné auprès duquel nous avons mis pied à terre est assis sur des grès jaunâtres, alternant avec des bancs épais de poudingues, et que caractérisent des quantités prodigieuses de *Cardium edule*, d'*Ostrea pseudoedulis* et de *Janira Jacobæa*. Ces fossiles sont également distribués dans toute l'épaisseur de l'étage qui contient le bitume, de sorte qu'on ne saurait se méprendre sur l'âge qu'il convient de lui assigner. On retrouve au-dessous de ce manteau de roches à éléments roulés, qui n'a pas moins de soixante mètres de puissance, les argiles bleues qui leur servent de base, avec leur cortège de fossiles subapennins, et dont les dernières couches vont se confondre avec la plaine de la Vojutza.

C'est au milieu des grès et des poudingues, donc dans la partie supérieure de l'étage pliocène que se trouve emprisonné le bitume solide. Déjà, avant d'arriver au vieux camp, on recoupe dans les divers sentiers qui y conduisent quelques affleurements que leur friabilité à la surface a fait négliger, et du côté opposé, dans le territoire de Rompzi, on aperçoit encore, en dehors du grand centre fécondé de Sélenitza, plusieurs veines éparses qui se rattachent au massif principal, de sorte qu'on ne peut pas

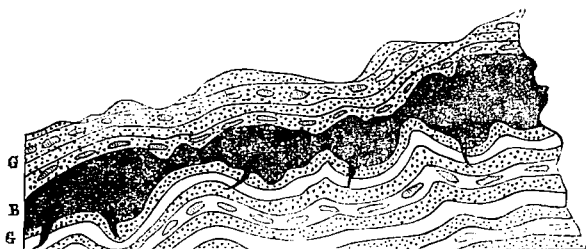
estimer à moins de trois à quatre kilomètres le rayon où la substance se montre à la surface du sol. Mais, comme les fouilles d'où on la retire depuis un temps fort reculé, et qui remontent certainement à une époque antérieure à l'ère chrétienne, sont concentrées sur les points où l'existence de nombreux ravins ont rendu plus faciles les moyens d'attaque, et qu'à cause de l'envahissement des eaux et de l'ignorance des procédés de bonne exploitation on a généralement reculé devant les questions de profondeur, il n'est pas facile d'être fixé sur la consistance ou la continuité du gîte au delà du champ d'extraction actuel. Pour être renseigné exactement sur son étendue et sa valeur réelle, il aurait fallu pousser des reconnaissances au delà des affleurements, au moyen de puits ou de galeries. Mais comment exiger de pareils travaux de la part des Albais, qui ne savent que créer des chantiers ébouleux, et dont l'éroulement laisse ensevelir la plus grande partie des richesses souterraines que le terrain recèle.

Toutefois, si ce système défectueux d'exploitation compromet les intérêts et l'avenir de la mine, il offre au géologue l'avantage de pouvoir constater sur un très-grand nombre de points la manière d'être du bitume au sein de la terre. Ainsi qu'il était facile de le prévoir, ce minéral ne se présente point en couches ni en filons réglés, mais bien au milieu des grès et des poudingues, sous forme d'amas irréguliers plus ou moins rapprochés les uns des autres, toujours parallèles au sens de la stratification, et dont il serait impossible de traduire la physionomie par une description générale, tant chaque dépôt diffère du dépôt contigu, soit par son étendue, soit par ses allures, soit par sa puissance, à moins de tomber dans les formules banales usitées dans les signalements des passe-ports, où il n'entre d'exact que la taille de l'individu. Tout ce qu'on peut dire comme généralité, c'est que chaque amas se compose essentiellement d'une partie centrale toujours renflée, laquelle correspond au maximum d'épaisseur, et que, de ce point, il va graduellement, diminuant de puissance dans tous les sens, jusqu'à ce qu'il soit réduit à zéro, là où le toit et le mur finissent par se confondre. C'est, comme on le voit, la forme des amas lenticulaires ; mais il s'en faut de beaucoup que dans la nature elle se reproduise suivant des règles géométriques. La régularité, en réalité, en est troublée par une foule de détails accidentels, qu'il serait difficile de décrire, mais que l'œil qui les saisit fait comprendre à l'esprit immédiatement. Je ne sais si

je manque au bon goût en me servant d'une comparaison qui rend assez bien les impressions que j'ai ressenties, et qui consiste à considérer la mine entière comme une armée une dans sa nationalité et dans son organisation, mais dont les diverses catégories de dépôts en lesquels on peut la subdiviser répondraient aux régiments de diverses armes dont se compose cette armée.

La figure suivante donne la coupe que nous avons relevée

Fig. 1.



B — Bitume solide.
G — Grès et poudingues.

dans un chantier qui a fourni à l'abatage une énorme quantité de bitume, et dans lequel on peut lire les allures qu'affectent le plus ordinairement les amas, lesquels consistent, comme on le voit, en des renflements et des étranglements successifs. Les épaisseurs de trois mètres ne sont pas rares dans les parties renflées.

Ces dépôts, considérés dans leur ensemble, sont justement ce qu'ils auraient dû être, si on admet que, pendant la sédimentation des grès et des poudingues au fond de la mer tertiaire, le bitume, amené par des sources à l'état visqueux, a rempli les dépressions dans lesquelles il a pu s'accumuler, en restant pur, ou bien en s'incorporant aux éléments sableux ou argileux avec lesquels il s'est trouvé mêlé. En effet, la section des amas bituminifères, par un plan perpendiculaire à leur direction, correspond, dans le plus grand nombre de cas, à celle d'une flaque remplie d'eau dans laquelle celle-ci se serait ensuite solidifiée. On dirait des bassins alignés suivant un même plan, qui auraient été remplis successivement, et dont le trop-plein du premier aurait été versé dans le second, et ainsi des autres jusqu'au dernier. Dans cette catégorie de gisements, qui

est le plus souvent répétée, le bitume est presque toujours d'une très-grande pureté. Il y a loin cependant de la puissance exceptionnelle de trois mètres pour quelques points privilégiés à celle de 90 pieds déclarée par les ouvriers au docteur Holland. Il faut se méfier en général des rapports des ouvriers toujours portés à l'exagération. J'en ai fait l'expérience à Sélenitza même, où on m'annonçait des merveilles pour des chantiers que je feignais de négliger et dans lesquels on supposait que je ne descendrais pas, et qui, une fois vérifiés, rentraient tout simplement dans la règle commune.

On comprendra sans peine que l'irrégularité des amas, jointe à la variabilité de leur étendue, ait assujetti les travaux souterrains à des tâtonnements nombreux et souvent à de fausses manœuvres. Les puits sont fréquemment creusés au hasard et ne traversent que des terrains stériles ; d'autres fois, ils tombent sur des étranglements qui sont jugés trop insignifiants pour être suivis, bien qu'en réalité, en les fouillant par une galerie sur la longueur de quelques mètres, on eût eu la bonne fortune d'atteindre d'autres amas auxquels les étranglements négligés servaient de trait d'union.

Comme il n'est plus possible de pénétrer dans les anciens travaux qui sont éboulés, on manque de renseignements sur la disposition que présentait le bitume dans les parties déjà fouillées, ainsi que sur les accidents auxquels l'a assujetti sa nature plastique, au moment de son arrivée dans les terrains encaissants. Nous en sommes réduit, par conséquent, à représenter par des croquis les diverses formes que nous avons pu observer et relever, et de ces indications, quelque incomplètes qu'elles puissent être, il ressortira clairement que le malthe est *nécessairement* contemporain des bancs qui le contiennent, ainsi que nous avons la confiance de l'avoir démontré pour les pétroles de la Valachie et de la Moldavie (1).

En effet, il est facile de s'assurer que les amas, malgré leur irrégularité, sont tous parallèles à la stratification et que, sous ce rapport, ils doivent être assimilés aux amas de gypse des terrains secondaires et tertiaires, ou bien aux amas de fer oxydé que l'on exploite dans la formation jurassique, les uns et les autres étant ordinairement fossilifères. Il serait superflu d'en-

(1) Coquand, *Sur les gîtes de pétrole de la Valachie et de la Moldavie*. Bull. Soc. géol., t. XXIV, p. 545 et 553.

trer dans des développements à cet égard, car chacun sait que ces amas, bien qu'ils soient souvent séparés les uns des autres et que leur origine reconnaisse une autre cause que les couches encaissantes, n'en sont pas moins subordonnés à ce même système de couches dont ils suivent les lois de distribution, et qu'ils représentent dans la série stratigraphique un horizon nettement défini.

Toutefois, avant de pénétrer dans ces études de détail, disons quelques mots des caractères de la pierre de poix et des diverses variétés qu'elle est susceptible de former. Généralement elle consiste en masses compactes d'une très-grande homogénéité, d'un noir très-intense et brillant, se ternissant à la surface, d'une très-grande friabilité, la cassure résineuse, ou largement conchoïde, répandant par la percussion et surtout à l'aide de la chaleur une odeur prononcée d'asphalte, mais assez agréable, qui devient piquante quand on l'enflamme. Elle brûle avec la plus grande facilité, avec flamme longue et fumée épaisse, rougeâtre, en faisant entendre un pétilllement particulier et en se boursoufflant avant de se fondre. Elle laisse pour résidu un charbon léger, poreux, noir, ressemblant au coke, moins le reflet couleur d'acier. Le pétilllement est provoqué par une certaine quantité de naphte dont la combustion s'opère avec production de petites dardes de flammes claires, qui, sous forme d'éclairs, traversent et illuminent l'atmosphère fuligineuse qui s'élève au-dessus de la masse en ignition.

Le malthe de Sélenitza a fourni à l'analyse les résultats suivants :

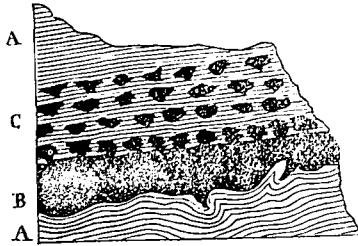
Huile de pétrole	43	} 100
Charbon pouvant se convertir en coke	43	
Résidu	14	

On est donc conduit, au point de vue des principes élémentaires, à le considérer comme un minéral dérivant du pétrole, dans lequel le goudron, ou soit le carbone, se trouverait en bien plus grande abondance que dans celui-ci, de la même manière que le pétrole est lui-même un dérivé du naphte.

Après la variété compacte, qui est la plus commune et qui, à elle seule, alimente l'exploitation, il faut mentionner les brèches bitumineuses, lesquelles consistent en des couches plus ou moins puissantes d'argile grise, qui, comme nous l'avons vu, est un des éléments pétrographiques de l'étage tertiaire, et qui contiennent, comme emprisonnés dans des mailles, des

fragments anguleux de bitume, rapprochés les uns des autres, et dont on peut obtenir aisément la séparation en délayant dans l'eau l'argile qui leur sert de ciment. Ces brèches bitumineuses (fig. 2) surmontent le plus souvent les amas de malthe auxquels

Fig. 2.



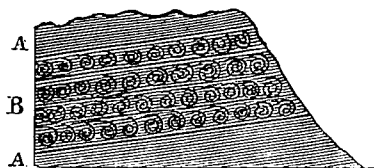
- A — Argiles.
 B — Bitume compacte.
 C — Brèches bitumineuses.

ils passent par gradations ménagées, et semblent former la partie supérieure d'un bain liquide dans lequel est intervenue l'argile qui l'a recouvert avant son entière solidification, exactement comme, dans les percées d'un haut-fourneau, les scories viennent se mêler avec la fonte dans les derniers produits de la coulée, en donnant naissance à une espèce de brèche ou de magma. Elles se montrent quelquefois isolées, occupent plusieurs niveaux distincts, et, dans ce cas, elles représentent la somme et le mélange de deux produits différents, dont l'un est l'argile que les eaux de la mer tenaient en suspension et l'autre la substance accidentelle apportée dans ces mêmes eaux par des sources spéciales.

Or, comme ces deux substances ne sont pas susceptibles de se combiner entre elles, chacune a obéi aux lois qui la régissent, l'argile en se déposant en couches régulières, le bitume en s'établissant dans l'argile sous la forme d'amas subordonnés, ou en s'isolant sous celle de fragments anguleux, ou bien, ce qui est bien plus rare, en se pelotonnant sur lui-même (fig. 3) et en prenant une texture sphéroïdale, analogue à celles que revêtent les matières visqueuses, telles que les gommes, lorsqu'on les projette dans l'eau ou dans la poussière. Cette manière d'être n'est qu'un cas particulier des brèches. En concassant les sphères, on constate que plusieurs d'entre elles sont composées de couches concentriques à la manière des pisoli-

thes. Cependant je dois ajouter que je ne suis jamais parvenu à découvrir dans leur centre aucun noyau de matière étrangère, autour duquel les feuilletés seraient venus s'appliquer.

Fig. 3.

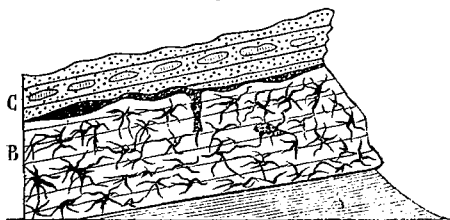


A — Argiles.
B — Bitume pisolithiforme.

J'admets que ces enveloppes sont plutôt le résultat d'une dessiccation progressive, à la suite de laquelle le bitume s'est divisé en pellicules minces, comme certains basaltes chez lesquels le refroidissement a favorisé dans la masse la formation de sphères de volume variable, qui, elles aussi, sont composées de tuniques concentriques. Les globules sont rarement contigus, mais le plus souvent isolés au milieu de l'argile, et leur diamètre dépasse rarement 6 millimètres. De plus, ils sont d'une fragilité extrême. Ils présentent dans la cassure cet aspect luisant et gras qui rappelle celui des perlithes du terrain trachytique.

¶ Nous avons cherché à représenter dans la figure 4 une autre

Fig. 4.



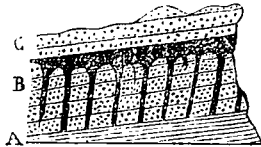
A — Argiles.
B — Bitume réticulé.
C — Grès et poudingues.

disposition qui n'est pas moins curieuse et qu'on pourrait appeler *réticulée*. Elle consiste en une infinité de filets simples, interrompus ou conjugués, qui s'entre-croisent dans tous les sens. On dirait des gerçures dans lesquelles le bitume se serait

insinué à l'état visqueux et aurait acquis plus tard la consistance solide. Ce nouveau genre de stockwerks avec le nombre prodigieux de ramifications dont il se compose est entièrement séparé des amas pleins du voisinage. Leur isolement et leur subordination au banc qui les contient indiquent avec la plus grande clarté que les argiles et le bitume se trouvaient fluides au moment de la formation du terrain, et que, par conséquent, ils sont contemporains.

La figure 5 reproduit une forme particulière qui ne diffère

Fig. 5.

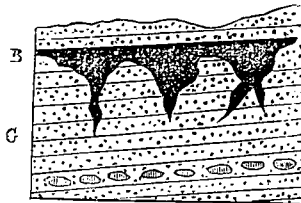


A — Argiles.
B — Bitume.
G — Grès.

de la précédente qu'en ce que les filons, au lieu de s'éparpiller dans la masse en lacis capricieux, sont verticaux et parallèles, le retrait dans la roche de grès ayant ouvert des fentes verticales et parallèles que le bitume a ensuite remplies, mais de haut en bas, ce qui est important à noter.

Quelquefois le bitume, ainsi que l'indique la figure 6, est

Fig. 6.

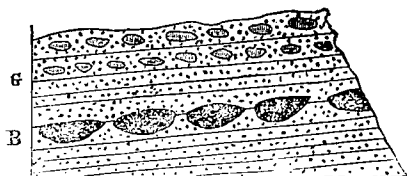


B — Bitume.
G — Grès sableux.

moulé dans des dépressions cupuliformes, dont quelques-unes se terminent par un tube effilé. Nous avons à mentionner aussi une manière d'être qui se reproduit fréquemment, et qui consiste en des noyaux ellipsoïdaux (fig. 7), dont quelques-uns atteignent la dimension d'un pain de munition; ils sont alignés

les uns à la suite des autres, et constamment parallèles au plan des couches sur lesquelles ils reposent. Il n'est pas rare de rencontrer de loin en loin, au milieu de grès que l'on consi-

Fig. 7.

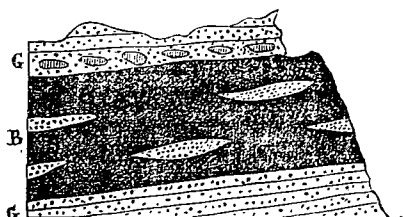


B — Bitume.
G — Grès et poudingues.

dère, et à bon droit, comme stériles, des noyaux de bitume de la grosseur d'un œuf, et qui, certainement, n'ont pu y pénétrer par intrusion postérieure.

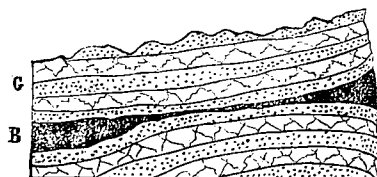
Les figures 8 et 9 représentent, la première, un amas régulier

Fig. 8.



B — Bitume.
G — Grès et poudingues.

Fig. 9.



B — Bitume.
G — Grès sableux.

contenant plusieurs nerfs de grès, comme on en observe fréquemment dans certaines couches de houille, et la seconde, deux amas étirés et reliés par un mince filet de malthe.

Si nous avons voulu représenter tous les accidents de position, de texture et de structure qu'étalait la mine de Sélenitza, nous aurions dû multiplier à l'infini nos tableaux illustrés. Ceux qui précèdent suffisent pour donner une idée générale, mais suffisamment complète de la physionomie du gîte.

Nous avons à faire remarquer, avant de terminer notre description monographique, que les ramifications et les appendices filoniens qui se détachent des masses principales sont logés constamment dans le mur, et jamais dans le toit de la couche,

disposition qui s'explique d'elle-même, si on reconnaît que la matière bitumineuse, au lieu d'avoir été injectée de bas en haut, ainsi qu'on l'observe dans la plupart des filons métalliques, a été amenée à l'état fluide sur un plan horizontal, et que dès lors elle a dû obéir à la loi des liquides, c'est-à-dire pénétrer dans les fissures ouvertes au-dessous des réservoirs qu'elle avait remplis.

J'oubliais de mentionner que, sur certains points, l'intérieur des coquilles bivalves, qui appartiennent pour le plus grand nombre au genre *Cardium*, était rempli de bitume, comme on l'a observé dans plusieurs gisements de la Caspienne et de la mer Noire. Seulement la fragilité du test, presque toujours farineux, ne permet pas d'en obtenir des exemplaires bien conservés.

A part les brèches argilo-bitumineuses et quelques bancs de grès et de poudingues pénétrés par le bitume, on peut dire que celui-ci se montre partout d'une très-grande pureté. On voit de plus que toutes les particularités qui se rattachent à son histoire démontrent d'une manière irrésistible qu'il a dû être amené, non point à l'état de pétrole liquide, mais bien à l'état visqueux, c'est-à-dire au moment où la matière était dépouillée de ses produits volatiles, donc privée de vie, et que les huiles qu'elle contient aujourd'hui, et qui sont solidifiées, ne pouvaient plus se prêter à une évaporation spontanée, susceptible de donner naissance à des dégagements de gaz inflammable; car on n'aperçoit dans les masses compactes aucune fissure, aucune vacuole qui atteste le passage ou l'emprisonnement de gaz avant leur entière solidification. En outre, la place qu'elles occupent au milieu des grès et des argiles est hermétiquement remplie, et on n'observe jamais, en concomitance avec elles, ces roches asphaltiques, si abondantes dans les terrains à pétrole liquide, et que l'on doit considérer comme des éponges imbibées de pétrole.

C'est donc, nous ne saurions trop insister sur ce point, c'est donc à l'état de bitume glutineux que le malthe est arrivé primitivement dans les terrains de Sélenitza. Aussi ne s'y manifeste-t-il aucun phénomène de salses, aucun volcan d'air, aucun volcan ardent qui sont un des caractères distinctifs des gisements pétrolifères proprement dits, et qui conservent toujours, jusqu'à leur entier épuisement, des éléments de vitalité. Il existe bien, à la vérité, sur un point des anciennes excavations, une bouche ardente qui vomit de la fumée et dégage une grande

chaleur; mais cet accident est dû simplement à un incendie souterrain allumé par le fait de l'homme, et qui, comme dans les houillères embrasées, poursuit lentement son œuvre de destruction. Les argiles qui avoisinent le soupirail par lequel sont expulsés les produits gazeux de la combustion sont converties en une sorte de briques sonores, rouge de sang; les grès se changent en porcellanites et les cailloux quartzeux, par l'effet de la calcination, se cassent, comme un verre étonné, en mille fragments au moindre choc.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, c'est principalement dans les ravins qui dépècent les mamelons montagneux de Sélenitza qu'ont été ouvertes les excavations principales (et elles sont nombreuses), et qu'on peut se faire une idée de l'importance des mines. Il paraîtrait, à en juger par la tradition, et surtout par les vieux travaux que recouvrent aujourd'hui des chênes, plusieurs fois séculaires, que l'exploitation en remonterait bien avant l'époque où écrivait Strabon; car nous lisons dans cet auteur (1) que, suivant Posidonius, la terre bitumineuse que l'on distinguait par le nom d'*Ampélitis* était un remède contre les vers qui rongent les vignes. Après l'avoir mêlée avec de l'huile, on en frottait la vigne, et on détruisait par ce moyen les vers avant qu'ils montassent de la racine aux jeunes pousses; or, ce système paraît avoir été pratiqué jusque dans ces derniers temps, et peut-être l'est-il encore aujourd'hui, car la plus grande partie du bitume de Sélenitza était expédié à Smyrne, où elle servait également à la préservation de la vigne. Toutefois, on l'emploie plus généralement au calfatage des navires.

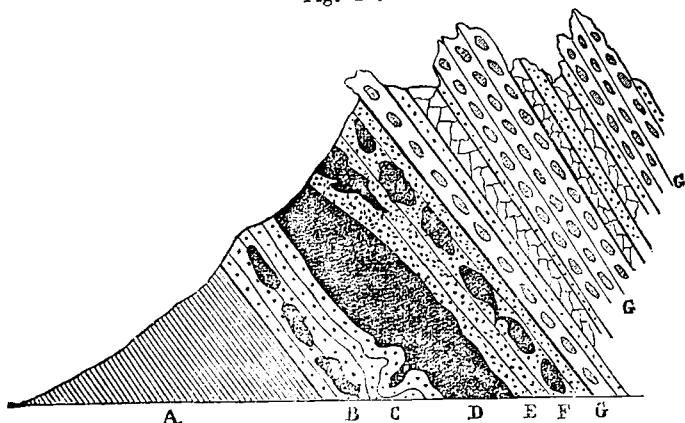
S'il est difficile d'être renseigné sur l'étendue superficielle du gisement bituminifère, il est bien plus difficile encore de l'être sur le cube de matière utile qu'il peut contenir, par la raison qu'à cause de la nature essentiellement irrégulière des amas leur épaisseur moyenne et leur continuité échappent à toute appréciation. Tout ce que l'on sait, c'est que l'exploitation remonte à une époque très-ancienne, et que, quoiqu'elle soit établie maintenant sur une petite échelle, à cause de la cherté des transports, cependant elle n'a jamais discontinué.

J'ai jugé utile de donner une coupe détaillée du gisement que je viens de décrire, afin d'établir d'une manière plus précise les relations du bitume avec les roches encaissantes. Cette coupe (fig. 10) indique la succession des couches dans l'ordre

(1) Strabon, *Géographie*, impr. Impér., 1812, t. III, p. 8.

ascendant. On trouve d'abord, au niveau de la plaine qui s'étend jusqu'à la Vojutza :

Fig. 10.



	mètres.
1° Les argiles bleues inférieures A.....	90
2° Bancs de grès sableux B, avec rognons de bitume... ..	3
3° Sable jaune C, avec <i>Cardium edule</i> , <i>Junira Jacobæa</i> et <i>Ostrea pseudoedulis</i>	2
4° Grès D contenant les grands amas de bitume.....	45
5° Grès jaune E avec <i>Cardium edule</i>	2,50
6° Alternance de grès et de poudingues F, fossilifères, avec rognons de bitume.....	3,60
7° Poudingues et grès en bancs épais G.....	60

Je dois citer, avant d'abandonner cette localité si intéressante de Sélenitza, la découverte que j'ai faite dans la grande masse bitumineuse, d'un *Planorbis* de grande taille, dont l'intérieur de la coquille était injecté de bitume, ainsi que de la *Melanopsis buccinea*. Ce sont les deux seules espèces lacustres que j'aie observées au milieu de l'étage subapennin, et dont la présence dévoile l'intervention de quelque affluent d'eau douce dans ce dépôt, qui, partout ailleurs, est d'origine marine.

En se rendant du camp de Sélenitza à la Vojutza, on longe les collines que nous venons de décrire. La plaine qui sépare la région montagneuse de la rivière est littéralement jonchée de fragments de bitume qu'ont entraînés les eaux, et dont une partie, après avoir atteint le fleuve, est transportée, dans les grandes crues, jusque sur le rivage de l'Adriatique. L'abon-

dance de ces débris témoigne de la richesse des gîtes d'où ils proviennent, et rappelle jusqu'à un certain point les épaves de bitume que la mer Morte rejette souvent sur ses bords.

Une bonne fortune sur laquelle je ne comptais pas devait, comme complément de ces études déjà si attrayantes, m'offrir quelques particularités nouvelles, qui se rattachent également à l'histoire du pétrole. Si les terrains que j'avais eu l'occasion de parcourir jusque-là, et qui ne dépassaient pas l'horizon des poudingues, ne m'avaient présenté le bitume qu'à l'état solide, la berge gauche de la Vojutza, en me ramenant au niveau des argiles bleues gypsifères, me ménageait la manifestation d'un phénomène des plus curieux, en me mettant en face de volcans d'air, lesquels, au lieu de rejeter des eaux imprégnées de sel et de pétrole, ainsi qu'on l'observe dans les salses et les volcans de boue, ramenaient au jour du pissasphalte liquide, ce qui me démontrait que, si celui-ci s'était solidifié dans le chapiteau de l'étage pliocène, il avait conservé sa fluidité dans le piédestal du même étage, donc à une profondeur plus considérable, mais qui, à en juger par la température des produits rejetés qui ne dépassait pas 45°, ne devait provenir que de couches assez rapprochées de la surface.

Le plus grand nombre de ces volcans étaient inactifs et sans vie. Leur emplacement était indiqué par des encroûtements plus ou moins considérables de bitume qui se trouvaient dispersés çà et là au-dessus des bords de la rivière, et qui représentaient le produit des anciennes coulées. Le bitume, quoiqu'ayant acquis une consistance à peu près complète, conservait cependant une certaine élasticité, rendue sensible quand on le comprimait avec le pied. Il était de plus privé de la fragilité du bitume de Judée, qui permet d'obtenir des séparations franches et nettes. On ne parvenait guère à le diviser en fragments qu'à l'aide du taillant du marteau, par la traction ou par l'étirement. En d'autres termes, il était plus facile de le déchirer que de le briser.

A en juger par leur éparpillement et par leurs faibles dimensions, le diamètre des plus considérables dépassant rarement deux mètres, la cause à laquelle ils devaient leur origine n'avait pas dû agir avec une grande énergie.

Mais, à côté de ceux-ci, il en existait deux en plein fonctionnement, très-rapprochés l'un de l'autre, au milieu d'un atterrissement abandonné depuis peu de temps par la Vojutza. Le plus majestueux était établi au-dessus d'un lit de galets, sous

la forme d'un cône très-surbaissé que surmontait un cratère régulier de plus d'un mètre de diamètre, à rebords tranchants et nettement terminés, et que remplissait une eau limpide et transparente.

A des périodes intermittentes comprises entre 50 et 55 secondes, l'eau du cratère était violemment mise en mouvement par une forte émission de gaz qui venait crever à la surface sous forme de grosses bulles, et produisant un bruit semblable à celui que fait entendre une bouteille pleine que l'on vide en la renversant brusquement. Chaque émission apportait avec beaucoup d'eau une certaine quantité de bitume liquide qui débordait par-dessus les parois du cratère, s'épandait sur les parois du cône, dont il augmentait successivement l'épaisseur et la circonférence, puis venait se perdre dans les eaux tranquilles d'une anse formée par la Vojutza, ce qui convertissait en véritable presqu'île la langue de terre sur laquelle s'exerçait l'activité de nos deux volcans. Le pissasphalte est d'une très-grande liquidité au moment de sa sortie, mais quelque temps après il prend une consistance sirupeuse; sa surface se recouvre d'une légère croûte sur laquelle se dessinent en relief des rides froncées, rapprochées, perpendiculaires d'abord à la direction du courant, mais que les obstacles rencontrés pendant la marche finissent par déformer; et alors elles imitent les méandres labyrinthiformes que l'on observe sur certains polypiers.

Si la formation presque instantanée de ces croûtes superficielles ralentit la rapidité du courant à la surface, ce courant n'en existe pas moins dans la profondeur, car on voit le bitume s'échapper de dessous les parties figées sous la forme d'un liquide noir. Un bâton plongé dans la masse se revêt d'une couche uniforme de pissasphalte, et le surplus s'en sépare à la manière d'une colle qui commence à s'épaissir.

Les déjections anciennes qui sont un peu éloignées du cratère et que l'exposition au contact de l'air pendant un certain temps ont dépouillées de la plus grande partie du pétrole qui les rendait fluides deviennent épaisses comme de l'encre d'imprimerie, et sont susceptibles de recevoir les empreintes des corps qui les pressent. Le pied de l'homme finirait par s'y enfoncer complètement, si on ne changeait pas de position. La vertu glutineuse de ces produits est attestée par ce fait que, le jour de ma visite, un héron bihoreau, qui s'y était englué et avait les deux pattes prises, ne pouvait parvenir à se délivrer, malgré des efforts désespérés. Il me fut très-facile de dégager de sa position

critique l'échassier qui, sans mon intervention, serait certainement mort de faim. Mais, à mon tour, j'eus besoin du secours de mon guide pour ne pas me trouver pris comme le héron.

A quelque distance du volcan principal, dont la circonférence mesurait une vingtaine de mètres, il en existait un autre de plus petite dimension, mais d'une pétulance vraiment étonnante, et dans lequel chaque émission de gaz déterminait un jet d'eau qui formait gerbe au-dessus du cratère. C'était un geyser en miniature, mais froid. Le cratère n'était pas plus large qu'un fond de chapeau, et, comme il était placé juste sur l'ourlet du talus qui limitait la plage de l'espèce de golfe dont j'ai déjà parlé, les eaux, ainsi que le bitume, expulsées franchissaient le talus par cascates superposées, et atteignaient ensuite le golfe par une rigole creusée au milieu de la plage sableuse. La marche, rapide et insensée dans les débuts, parce qu'elle s'effectuait sur un plan très-incliné, finissait par perdre de son énergie au delà des abruptes, et on voyait le bitume former au milieu de l'eau qui lui servait de véhicule un courant séparé, mais continu, qui s'effilait prodigieusement à la manière d'un ténia, quand il cheminait en ligne droite, et qu'aucun obstacle ne le gênait dans sa course, mais, qui, à chaque coude qu'il rencontrait, ou bien dans des passages étranglés, se repliait sur lui-même comme un serpent, et constituait alors, de distance en distance, des réservoirs temporaires d'où la matière reprenait sa marche ordinaire qui se terminait enfin dans le golfe, au fond duquel elle se déposait.

Avec le bitume, le volcan rejetait, mais en quantité insignifiante, du naphthe qui surnageait les eaux qu'elle recouvrait d'une pellicule jaune, ornée du plus beau reflet de l'arc-en-ciel, et que le vent déplaçait à son gré.

Il serait absurde d'attacher aux volcans pétrolifères la même acception qu'aux volcans qui vomissent de la lave et des gaz brûlants, et chez lesquels une température excessive est le premier élément de leur existence. Pour que les premiers puissent être créés, deux conditions sont indispensables : d'abord la présence de l'eau à une certaine profondeur ainsi que du pétrole qui puisse engendrer le gaz inflammable, et ensuite la possibilité à ce gaz et à cette eau de se déverser sur un sol émergé. Si le gaz s'échappe seul, on n'aura qu'un volcan d'air invisible, tant qu'on ne l'aura pas enflammé; s'il se dégage avec de l'eau, mais dans un lac ou dans une mer, les bulles qui l'amèneront au jour viendront crever à la surface, et les produits

pétroliens qui l'amèneront se disperseront dans les grands réservoirs, le naphte surnageant, et le pissasphalte, à cause de sa plus grande densité, atteignant le fond; mais, dans ce cas, il n'y aura production, ni de cratère, ni de coulées. Ces trois ordres de volcans sont représentés dans la vallée de la Vojutza; car à deux pas des volcans actifs que nous venons de décrire, on est témoin, vers l'extrémité du golfe qui reçoit les produits de leurs déjections, de dégagements intermittents de gaz inflammable, à la suite desquels le pétrole dessine une magnifique auréole autour des centres d'émission, tandis que le bitume glutineux se précipite au fond du golfe. L'irrégularité des gisements bitumineux trouve son application dans ces deux modes de production, les amas considérables correspondant à une émission abondante par un orifice permanent, et les dépôts éparpillés sous forme de rognons isolés, à des soufflards temporaires et agissant en dehors des grands centres de production.

On comprend qu'une substance visqueuse comme le pissasphalte, qui se meut avec la plus grande difficulté, ne puisse jamais donner naissance à des couches bien régulières, tandis que sa subordination aux terrains encaissants, et sa production sur des points souvent très-éloignés les uns des autres, sont la conséquence même des causes de son origine. Il en est ainsi des sources thermo-minérales qui ont déposé les amas travertineux de la période quaternaire, amas qui, comme autant de jalons, indiquent aujourd'hui l'emplacement des sources qui les ont apportés et qui ont disparu.

L'existence d'un volcan dans le lit même de la Vojutza, ainsi que la chute de ses produits dans les eaux, n'est qu'un accident particulier que les changements nombreux que les pluies déterminent dans son lit même finiront par modifier ou par détruire, puisque l'emplacement actuel est totalement condamné à être submergé aux premières crues de l'hiver. C'était, pour ainsi dire, une représentation de faveur donnée à mon bénéfice. Comme il n'avait pas plu pendant tout l'été, et que l'abaissement successif des eaux du fleuve, par suite de la sécheresse persistante, avait eu pour résultat de laisser à sec une portion assez considérable du dépôt asphaltique formé par les émissions antérieures, j'ai profité de cette circonstance pour étudier de quelle manière le bitume se comportait par rapport aux matériaux sur lesquels il coulait.

Ces matériaux consistaient simplement en galets de volume variable et en sables fins. Ces derniers, les seuls sur les-

quels les vents avaient prise, se trouvaient mélangés avec le pissasphalte, et j'ai eu le plaisir de constater, dans une tranchée que je pus faire ouvrir dans la portion du dépôt émergé, de véritables alternances de sable et de bitume. C'est vraiment tout ce que l'on pouvait exiger des agents naturels dans le golfe tranquille où se noyaient les produits bitumineux. Mais, si au lieu d'un volcan microscopique comme celui de la Vojutza, si, au lieu d'une flaque d'eau sans profondeur, on suppose un apport considérable de matières bitumineuses, si on admet en même temps que ces matières se sont répandues dans une mer ou dans un grand lac en travail de sédimentation, on aura la reproduction, mais sur une échelle colossale, du phénomène que j'avais sous les yeux. Seulement les argiles, les grès, les poudingues ou les calcaires remplaceront les sables fins de la plage, mais leur contemporanéité avec les bitumes, quelle que soit d'ailleurs l'origine de ces derniers, n'en sera pas moins un fait solidement établi, comme il l'était pour la mare que le hasard m'avait fait rencontrer, et qui, elle aussi, était en travail de sédimentation. Il était intéressant de voir la nature reproduire expérimentalement, pour mon enseignement personnel, les procédés qu'elle avait dû mettre en œuvre dans les temps antiques pour la formation des gisements bitumineux. Quant aux dépôts de pissasphalte que l'on remarquait à une hauteur un peu plus grande, mais toujours subordonnée au rivage, ils n'étaient autre chose que les représentants d'anciens volcans dont l'emplacement actuel indique les différences de niveau du fleuve pendant les grandes eaux d'hiver.

Ce qui frappe le plus dans les volcans boueux et dans les salses, c'est l'impression de froid que l'on ressent en enfonçant le bras dans leurs cratères, et de voir que la température des boues et des eaux qui en sortent est constamment inférieure à celle de l'air ambiant. Ce fait n'avait pas échappé à la sagacité des anciens. Nous avons vu que Pline, en parlant des sources bituminifères de l'Albanie, se sert de l'épithète de *gelidus* et non de celle de *frigidus* pour indiquer la fraîcheur de leurs eaux. Au 30 août de cette année, lorsque le thermomètre marquait à l'ombre 27°, j'ai constaté que la température de l'eau du cratère du volcan principal de la Vojutza était de 13°, et celle du fleuve de 19°.

Nous relevons dans l'excellent travail de M. Bianconi (1), que

(1) Bianconi, *Storia naturale dei terreni ardenti*, p. 24.

Galeazzi trouva dans la salse de Sassuelo, en 1719, un abaissement de température de 2 lignes $1/2$, par rapport à celle de l'atmosphère. Spallanzani écrit que le thermomètre marquait 11° dans cette salse, quand il en indiquait 13° à l'ombre. Dans la salse de Maina, le même naturaliste vit s'abaisser de près de 2° le thermomètre enfoncé dans la boue, et qui marquait $16^{\circ} 1/2$ à l'ombre. Angeli trouva dans le Bergullo 3° de moins que dans l'atmosphère. Dolomieu signale dans la macaluba de Sicile une différence en moins de $3^{\circ} 1/2$ par rapport à l'air qui avait une température de $23^{\circ} 1/2$. Enfin, dans le fameux lac de bitume de l'île de la Trinité qui a près de 5,000 mètres de circonférence, et qui à lui seul contient plus de substance bitumineuse que tous les autres gisements du monde réunis, M. Ch. Sainte-Claire Deville (1) a constaté que l'eau du lac n'avait pas une température plus élevée que celle de l'air. Et on pourrait multiplier les exemples à l'infini. Nous avons vu le même fait se répéter dans les salses des Provinces Danubiennes. Or, je demande s'il est possible, à moins de tomber dans des contradictions flagrantes, de concilier ces données de l'expérience avec l'hypothèse qui attribue aux pétroles une origine volcanique.

J'abandonnai les volcans de pétrole glutineux des bords de la Vojutza pour visiter dans le voisinage et sur le territoire de Rompzi un volcan ardent qui brûlait au milieu d'un bois d'oliviers, mais qui ne m'offrit aucune particularité à noter. Il consistait en une flamme bleuâtre, à peine visible en plein soleil, qui sortait d'une fêlure du sol et atteignait la hauteur de 50 centimètres environ. Les paysans de la localité m'assurèrent qu'eux et leurs pères l'avaient toujours vu en activité, et qu'en outre on en connaissait beaucoup d'autres qu'on avait éteints, mais qu'il serait facile de ranimer.

L'idée me vint de tenter une expérience qui me réussit à merveille. Je choisis, parmi ces volcans supprimés d'office, le moins actif d'entre eux, que je rendis un instant à la vie en lui présentant une fascine enflammée, et que j'étouffai ensuite sous une couverture de laine mouillée. Après avoir entouré par un bâtardeau d'argile la fissure qui livrait passage aux gaz souterrains, je la fis remplir d'eau ainsi que sa cuvette artificielle ; je ne tardai pas à voir se manifester les phénomènes qui caractérisent les volcans de boue, c'est-à-dire un dégagement de bulles qui venaient éclater à la surface de l'eau, laquelle offrit quel-

(1) Deville, *Institut*, 26 juin 1841.

ques taches irisées, dues à la présence d'une quantité de naphte insignifiante, il est vrai, mais enfin qui était de naphte. Je pus donc transformer un volcan d'air en un volcan d'eau, et, pour que rien ne manquât au succès de mes recherches, je répétais la même opération sur un soufflard voisin; mais à l'eau douce j'avais substitué l'eau salée et j'obtins une véritable salse, à cette différence près que je ne vis point des cratères se former; il aurait fallu probablement pour cela attendre que les argiles intérieures fussent détrempées par les eaux, et le temps nécessaire me manquait.

En dehors des terres de Sélenitza et de Rompzi, on n'a jamais signalé, que je sache, le moindre indice de bitume solide. On m'avait bien indiqué, à une assez grande distance de ces points, l'existence de sources de pétrole ainsi que de volcans ardents, dans les dépendances de Paktos, non loin de l'emplacement de l'antique Apollonia; mais comme la visite de ces lieux ne me promettait que la répétition de faits déjà connus, et qu'elle m'éloignait beaucoup de Janina, vers laquelle m'entraînait mon itinéraire, je dus renoncer au désir de les étudier sur place.

On constate, dans le voisinage des volcans de pissasphalte de la Vojutza, l'existence de plusieurs sources sulfureuses froides (14° cent.) qui s'échappent des argiles bleues gypsifères, et dont l'approche était rendue intolérable par l'odeur pénétrante d'œufs pourris qu'elles exhalaient. Je remarquai, de plus, des encroûtements de soufre natif sur les cailloux des ruisseaux qu'elles parcouraient, exactement comme en produisent les eaux sulfureuses froides de Camoins-les-Bains, près Marseille. Je m'assurai sur place que les eaux de ces sources étaient fortement piquantes et acides, et, plus tard, à Corfou, qu'elle rougissaient instantanément la teinture de tournesol et qu'elles déterminaient un précipité blanc dans l'eau de baryte. Leur saveur était évidemment due à la présence de l'acide sulfhydrique, et la production de ce dernier à la décomposition de l'hydrogène sulfuré au contact de l'air. Cette réaction signalée pour la première fois par Breislack dans la solfatare de Pouzzoles (1), et plus tard par nous dans celle de Péreta en Toscane (2), recevait une confirmation nouvelle en Albanie, où les mêmes agents étaient mis en jeu.

(1) Breislack, *Voyages dans la Campanie*, t. II, p. 89.

(2) Coquand, *Solfatares, alunières et lagoni de la Toscane* (*Bull. Soc. géol.*, 2^e Série, t. VI, p. 113).

Le territoire de Rompzi contient, subordonnées aux argiles bleues, plusieurs masses de gypse, à la décomposition desquelles est due, suivant toute vraisemblance, la production du gaz sulfhydrique. Celui-ci manifeste sa présence dans deux états différents, dissous dans l'eau et donnant naissance aux sources sulfureuses, ou bien à celui de gaz, dans quelques petites solfatares sèches et froides que l'on rencontre dans le voisinage des sources. Les soupiraux d'exhalation ne sont point assujettis à une loi générale de distribution, car on les voit éparpillés au nombre de huit à dix, dans un rayon qui mesure un kilomètre au plus. Une des bouches les plus actives s'observe en face des volcans de pissasphalte, à une cinquantaine de mètres au-dessus du niveau du fleuve, et a son siège dans les argiles bleues que recouvrent des cailloux de toute nature provenant de la désagrégation des poudingues tertiaires. Les argiles atteintes par la mofette sont décolorées et pénétrées d'efflorescences alumineuses et ferrugineuses, de nombreux cristaux de sulfate de chaux, ainsi que de soufre pulvérulent. Mais cette dernière substance tapisse de préférence les fissures de petits cristaux miroitants, ou bien recouvre la surface des cailloux d'une patine jaune.

Les réactions les plus énergiques, et à la suite desquelles se produisent des cas d'épigénie, s'opèrent au détriment des cailloux de nature calcaire, lesquels, sous l'influence de l'acide sulfurique, se transformaient graduellement en sulfate de chaux; et suivant le temps plus ou moins long de leur immersion dans la mofette, et suivant aussi le volume des cailloux immergés, la transformation avait entièrement converti le carbonate de chaux en sulfate de chaux hydraté, ou bien formé une croûte plus ou moins épaisse de cette substance autour du noyau qui conservait sa composition primitive. Ce n'était pas sans une grande satisfaction que je voyais se reproduire en Albanie les mêmes accidents épigéniques que j'avais eu l'occasion de constater dans la solfatare de Péreta; et, bien qu'ils s'y accomplissent sur une échelle excessivement restreinte, tout, jusqu'à l'odeur pénétrante de la mofette, me rappelait des lieux et des faits qui avaient excité mon admiration.

Les Albanais ont fouillé quelques-unes de ces solfatares dans l'espoir d'y rencontrer des mines de soufre; mais ces tentatives ne pouvaient aboutir à un résultat utile. Seulement, l'envahissement de leurs vignes par l'oïdium leur avait suggéré l'idée, ces dernières années, de se servir de leurs terres im-

prégnées de soufre pour les préserver du terrible fléau. Par malheur leurs essais n'ont point été couronnés de succès. Ils n'avaient pas compté sur la présence de l'acide sulfurique. On remarqua, non sans surprise, que toutes les parties de la vigne atteintes par la poudre que l'on considérait comme préservatrice avaient été brûlées et détruites. Des échantillons de ces terres que j'avais moi-même recueillis possédaient une saveur fort piquante, et finirent, après avoir dévoré les papiers qui les enveloppaient, par trouver la poche de l'habit dans laquelle je les avais provisoirement logés.

Le gaz hydrogène sulfuré est, comme on le voit, le seul agent producteur des phénomènes que nous venons de signaler, et, ce qu'il y a de surprenant encore, c'est que son écoulement à la surface du sol a lieu sans dégagement de chaleur. Un thermomètre, plongé dans une des solfatares que j'avais fait creuser à un mètre de profondeur, marquait, malgré un soleil de feu, 15°, et 32° à l'ombre. Les sources qu'il imprègne sont également froides. Il est aussi parfaitement démontré pour moi que la présence de cet élément gazeux, dans le voisinage des gisements bitumineux de la Vojutza, est un cas purement fortuit ; car si l'existence de ces derniers était subordonnée à celle de l'autre, ou réciproquement, les solfatares, ou tout au moins les sources sulfureuses donneraient lieu à des manifestations bitumineuses, ce qui n'est pas, quoique à la rigueur on comprenne très-bien la coexistence de deux produits différents sur le point même où ces deux produits sont en voie de formation.

Ainsi, dans les territoires de Sélenitza et de Rompzi, le bitume se présente sous deux états : sous celui de pissasphalte dans les argiles inférieures, retenant encore une certaine proportion de pétrole à laquelle sont dus sa fluidité et les dégagements de gaz hydrogène proto-carboné, cause première des volcans de la Vojutza et des volcans ardents de Rompzi, et sous celui de bitume de Judée dans les poudingues supérieurs, inhabile à engendrer spontanément des gaz inflammables et partant les phénomènes des volcans boueux et des volcans d'air. Nous avons vu de plus, dans cette partie de l'Épire, la répétition de ce qui se passe dans les autres contrées pétrolifères, c'est-à-dire arrivée au jour de pétrole liquide, avec l'intervention indispensable de l'eau : c'est l'histoire des macalubes ; ou bien, production de soufflards, sans l'intervention de l'eau : c'est l'histoire des volcans ardents ; enfin, disparition complète de mouvement, quand le

pétrole, dépouillé de ses éléments volatiles, est passé à l'état solide: c'est l'histoire des bitumes de Judée.

C'est en vain que l'on voudrait réclamer aux terrains tertiaires de la vallée de la Vojtutza des dépôts de houille ou d'autres combustibles fossiles sur la distillation desquels plusieurs auteurs recommandables ont fondé leur théorie de la formation du pétrole. Ils n'en contiennent pas la moindre trace, tout comme il n'existe aucune source volcanique et aucune source thermale dans toute la contrée. L'absence des salses s'explique par la raison fort simple que l'étage subapennin ne renferme point de sel gemme, et que, par conséquent, les géologues qui, comme M. Bianconi (1), s'appuyant sur la présence du gaz hydrogène proto-carboné dans une variété de sel gemme connue sous le nom de sel décrépitant, ont attribué l'origine des volcans à la mise en liberté de ce gaz, par suite de dissolutions successives de ce sel par le moyen des eaux souterraines, ne sauraient invoquer cet argument pour les gisements bitumineux de l'Albanie.

Je ne crois pas cette théorie mieux fondée pour les autres contrées où l'on a constaté le dégagement du gaz inflammable, avec ou sans le cortège des salses et du pétrole. Si celui-ci escorte, dans le plus grand nombre de cas, le sel gemme, cette circonstance n'offre rien de plus extraordinaire que la concentration du soufre dans les terrains tertiaires. Il existe, comme on le sait, plusieurs époques de pétrole, comme il existe plusieurs époques de gypse, de sel et de combustibles fossiles. Si, pour la première substance, les dates du terrain dévonien et de l'éocène supérieur marquent les phases les plus brillantes de son histoire, l'observation a démontré cependant que les autres formations n'en sont pas totalement dépourvues, et nous en

(1) M. Bianconi s'exprime ainsi dans son travail déjà cité, p. 165: « Si, « pénétrant à travers les fissures des terrains qui enloutent la masse saline, « une veine d'eau parvient à l'atteindre et à en dissoudre une partie, il se « dégagera du gaz inflammable qui, à cause de sa légèreté, tendra à monter « à travers les fissures des couches stériles qui se trouvent au-dessus, et ce « gaz, arrivé à la superficie du sol, ou se dissipera sans qu'on l'aperçoive « (*inosservato*) dans l'atmosphère, ou bien il bouillonnera à travers les « eaux des ruisseaux et des étangs, ou bien il prendra feu en se mêlant « avec l'air atmosphérique, au voisinage d'une torche enflammée, ou par « l'effet de la foudre. » L'origine du gaz hydrogène une fois trouvée, les phénomènes des volcans ardents, des volcans de boue et des salses ne sont plus que les conséquences immédiates et variées de son dégagement.

avons pour preuve les gisements mêmes de Sélenitza. Dans les Provinces Danubiennes, où le pétrole est abondant comparativement aux dépôts de sel gemme, nous n'avons jamais constaté que ce dernier fût décrépitant.

Quant à l'emprisonnement du gaz inflammable dans la variété du sel décrépitant de Vielizka, d'Agrigente, il est facile à comprendre, puisque nous savons que ces gisements sont imprégnés de pétrole, et que dès lors il n'est pas étonnant qu'une partie du gaz hydrogène carboné qui se dégagait lors de l'arrivée du naphte ait été emmagasinée dans le sel gemme au moment même de sa cristallisation; c'est même la seule explication plausible qu'on puisse donner. On sait également qu'en Sicile comme en Gallicie les sels contiennent souvent du pétrole liquide. Attribuer, par conséquent, au gaz inflammable enfermé dans le sel gemme l'origine première des phénomènes pétroliens, c'est, à notre avis, prendre l'effet pour la cause.

Pour que cette explication, que nous repoussons, fût vraie, il faudrait pouvoir démontrer d'abord l'existence de bancs de sel gemme dans toute l'étendue de la formation au-dessus de laquelle on observe le jeu varié des émanations gazeuses, et on parviendra difficilement à fournir cette démonstration; démontrer ensuite que le sel décrépitant compose la plus grande partie de ces dépôts de sel gemme, pour fournir la quantité énorme de gaz inflammable qui puisse suffire aux dégagements gazeux proprement dits ainsi qu'à la formation du pétrole en vertu de la pression et de la liquéfaction du gaz hydrogène carboné, comme cela est proposé; or, on sait que le sel décrépitant ne constitue guère qu'une curiosité minéralogique, tant il est rare. Quant à sa dissolution constante par l'eau, il est encore plus difficile de l'admettre; on sait le peu d'action que les eaux ont sur les sels en roche, même exposés au contact de l'air extérieur, et la rareté des sources salées, soit dans les chantiers exploités, soit dans le voisinage des dépôts salifères. Ce n'est jamais à ces derniers que le gaz hydrogène carboné emprunte le sel qu'il amène, en quantités toujours insignifiantes, dans les cratères des salses, mais bien à celui qui imprègne les argiles bleues en particules invisibles.

Je ne saurais abandonner ce sujet intéressant sans examiner les rapprochements qu'il est possible d'établir entre les bitumes de la mer Morte et ceux de l'Albanie. Malheureusement pour cette dernière contrée, malgré les précieux renseignements dont

M. Louis Lartet vient tout récemment d'enrichir la science (1), il existe, à ce qu'il paraît, de si grandes difficultés pour procéder à des observations directes, que, dans le plus grand nombre de cas, on est obligé de recourir à des conjectures plus ou moins hasardées, pour suppléer à l'insuffisance des premières. Quant à l'opinion émise par ce savant géologue qui pense que l'arrivée du bitume au milieu de la mer Morte, sur son rivage occidental et sur le long de ce bassin, se rattache à l'existence de sources thermales, salées et bitumineuses, lesquelles durent être en rapport avec les phénomènes volcaniques, aujourd'hui éteints, de cette contrée, il nous semble qu'elle ne résulte en aucune façon des faits produits, et qu'elle devrait recevoir une interprétation toute différente, puisqu'elle s'appuie sur des phénomènes identiques avec ceux que nous ont présentés les bords de la Vojutza.

On doit reléguer au nombre des exagérations permises au temps où écrivait Strabon l'histoire de ces tremblements de terre, de ces rivières bouillantes, de ces rochers enflammés dont leur imagination poétique se plaisait à orner leurs descriptions, et qu'ils ont répétées à propos des gisements innocents de l'Albanie. Quoi de plus naturel que de rencontrer des roches qui distillent de la poix, dans un pays brûlé par le soleil, où les roches sont remplies de cette substance, ainsi que cela arrive à Rompzi et dans les calcaires asphaltifères de Ragusa, en Sicile, que d'observer des dégagements de bulles de gaz qui viennent crever à la surface des eaux, et l'arrivée de masses d'asphalte au milieu de la mer Morte, dans une région essentiellement bituminifère comme la Judée, lorsque la rivière de la Vojutza et le marais de Chieri, dans l'île de Zante, offrent les mêmes particularités, sur une échelle moindre à coup sûr, parce que des flaques d'eau n'ont pas l'étendue d'une mer Morte, et lorsque nous savons que l'eau est un élément nécessaire pour que les bitumes liquides, tels que le naphte, le pétrole ou le pissasphalte puissent être ramenés de leurs gisements souterrains à l'extérieur, par l'intermédiaire du gaz hydrogène carboné? Nous l'avons vu, toutes ces manœuvres, toutes ces évolutions s'opèrent à froid, sans secousses, sans tremblements de terre, sans sources thermales, en dehors des

(1) Louis Lartet, Sur les gisements bitumineux de la Judée, et sur le mode d'arrivée de l'asphalte au milieu de la mer Morte (*Bull. Soc. géol.*, t. XXIV, p. 12).

terrains enfaillés et de toute roche volcanique. Un chargement de pétrole d'Amérique répandu dans le sol, à une certaine profondeur, et livré à lui-même, créerait les mêmes miracles. Que le volcan de pissasphalte de Rompzi établisse son siège au-dessous de la mer Morte, au lieu de déverser ses produits dans le lit de l'ancien Aous, et l'on verra immédiatement surnager à la surface de cette mer, sous forme d'îles flottantes que de temps en temps on voit apparaître au-dessus du lac Asphaltite, les asphaltes que la moindre densité des eaux douces oblige aujourd'hui de gagner le fond.

Que des tremblements de terre, aux atteintes desquels aucune contrée du monde n'échappe, viennent de loin en loin troubler le jeu pacifique des volcans ardents, et qu'à la suite de ces tremblements on voie flotter sur la mer Morte une masse d'asphalte que la secousse aura détachée du fond, tout cela va de soi. Des personnes sérieuses n'ont-elles pas tenté d'attribuer les tremblements de terre qui désolent si souvent les îles Ioniennes aux sources de pétrole de Zante qui produisent à peine deux tonnes d'huile minérale par an, dont l'emplacement n'a été soumis à aucun changement depuis le temps où Hérodote les a décrites et dans lesquelles le gaz hydrogène carboné a de la peine à crever l'enveloppe qui l'emprisonne ? Nous mettrons incessamment l'insignifiance de ces sources en regard de l'importance qu'on a voulu leur donner et qui ne tendrait à rien moins qu'à attribuer aux bitumes le premier rôle dans les éruptions du Vésuve et de l'Etna, exactement comme le proclamait la vieille école.

Je comprends à la rigueur que l'on pût recourir à des conjectures plus ou moins acceptables, si le bitume de la mer Morte n'existait que dans le fond du lac. Mais M. Louis Lartet nous apprend : 1° que, dans la vallée de Wadi Mahawat, M. Tristram avait découvert un gîte asphaltique important, que le bitume y imprégnait fortement les calcaires crétacés et qu'il découlait même des fissures en retombant parfois sous forme de véritables stalactites ; 2° qu'à Nebi Musa des calcaires crayeux ont été transformés en calcaires bitumineux, tantôt bruns comme dans l'anti-Liban, souvent d'un beau noir, et qui contiennent jusqu'à 25 pour cent de bitume ; 3° qu'à Hasbaya, au lieu dit le Puits de bitume, on a tenté, au temps de l'occupation égyptienne, l'exploitation régulière de l'asphalte, au moyen d'une vingtaine de puits à travers des calcaires bitumineux ; que le docteur Anderson y trouva, dans l'année 1848, dix ouvriers

occupés à ce travail, mais que déjà, à cette époque, les bénéfices compensaient à peine les frais d'extraction; 4° que les gisements de bitume sont en connexion avec des sels et avec des gypses.

Qui ne voit dans cette énumération de ces diverses circonstances la répétition de tous les accidents que présentent les gisements bituminifères et pétrolifères d'Europe mieux étudiés que ceux de la mer Morte, par la raison qu'ils sont plus accessibles et exploités? Comment concevoir que des calcaires compactes se soient laissé pénétrer dans toute leur épaisseur par du bitume amené postérieurement à leur consolidation, lorsque aujourd'hui les dalles calcaires des bassins dans lesquels on emmagasine les pétroles dans la Valachie sont à peine recouvertes d'une patine de cette substance après plus de vingt années de contact permanent?

Hitchcock me paraît avoir sainement interprété les faits, quand il avoue qu'il ne pouvait comprendre que la formation du calcaire qui renfermait 25 pour 100 de bitume se fût effectuée autrement que par un dépôt opéré au fond d'une masse d'eau riche en calcaire et en bitume liquide. C'était reconnaître et proclamer la contemporanéité de la roche avec les éléments bitumineux qui entraient dans sa composition, ainsi que cela résulte d'ailleurs si clairement de l'étude de tous les gisements asphaltiques connus. Les recherches du bitume d'Hasbaya au moyen de puits indiquent également qu'il ne s'agissait pas d'exploiter une source qui aurait dû couler toujours, mais bien de soutirer au terrain la quantité de pétrole qu'il avait reçue au moment même de sa formation, conjecture que l'appauvrissement successif du gîte a parfaitement justifiée. On n'en agit pas différemment aujourd'hui dans les Carpathes et dans l'Amérique du Nord, et l'on sait que les portions de terrain une fois fouillées sont épuisées à jamais, exactement comme dans les mines de houille, ce qui explique la stérilité des puits après quelques années de service.

J'opposerai aux idées de M. Lartet, qui rattache l'arrivée de bitume dans la mer Morte à l'existence de sources thermales, salines et bitumineuses, que les sources thermales dont il invoque l'intervention se réduisent à une seule que M. Hédard a mentionnée dans les environs de Tibériade, émergeant d'un calcaire bitumineux, mais n'amenant elle-même aucune quantité de bitume, que les sources bitumineuses n'existent réellement que par hypothèse, et qu'enfin les sources salées et bro-

mifères sont produites par le lessivage de terres salées, que l'on rencontre à chaque pas dans les formations géologiques qui dominent la mer Morte. Il en est ainsi des sources salées bromifères que l'on voit sortir directement dans les Carpathes du centre même des amas de sel gemme et dont j'ai eu l'occasion de citer plusieurs exemples. La présence du brôme dans les sels en roche que l'on sait avoir été formés par le chlorure de sodium, tenu en dissolution dans les anciens océans, n'a rien de plus extraordinaire que la présence de ce même brôme dans les eaux des mers actuelles; c'est même, à notre sentiment, le seul moyen plausible d'expliquer l'existence de cette substance dans presque tous les gisements de sel gemme, qu'ils appartiennent aux marnes irisées ou bien à des formations plus récentes. En définitive, on voit que les choses se passant en Judée comme dans la Roumanie et dans l'Albanie, il est inutile de recourir à l'intervention d'agents volcaniques que l'ensemble des faits repousse et qui d'ailleurs n'existent pas.

Nous dirons, en terminant notre chapitre sur les gisements de la Vojutza, que le terrain bituminifère fait partie de l'étage subapennin ou pliocène et que le bitume s'y présente sous deux états, sous celui de malthe ou bitume solide et sous celui de pissasphalte ou de bitume glutineux, que ces deux variétés sont contemporaines des couches qui les recèlent, que le pissasphalte, qui conserve encore de l'huile de naphte à laquelle il doit sa fluidité, est susceptible de produire spontanément du gaz inflammable, et, par conséquent, de donner naissance à des volcans d'air et à des volcans ardents, et qu'enfin le bitume de Judée, au contraire, qui n'est autre chose que du pissasphalte réduit en une matière solide et inerte, représente le pétrole dans sa période d'épuisement complet et incapable de produire les phénomènes ci-dessus indiqués.

§ 4. — ILE DE ZANTE.

Hérodote, comme on le sait, a fait mention des pétroles de l'île de Zante; voici dans quels termes il les décrit (1): « L'île
« de Zacynthe renferme plusieurs lacs; le plus grand a 70 pieds
« en tous sens, sur 12 de profondeur. On enfonce dans ce lac
« une perche, à l'extrémité de laquelle est attachée une branche
« de myrte; on retire ensuite cette branche avec de la poix qui

(1) Hérodote, liv. IV, § 195.

« a l'odeur du bitume. On jette cette poix dans une fosse creu-
 « sée près du lac, et, quand on y en a amassé une quantité con-
 « sidérable, on la retire de la fosse pour la mettre dans les
 « amphores. Tout ce qui tombe dans le lac passe sous terre et
 « reparait quelque temps après dans la mer, quoiqu'elle soit
 « éloignée du lac d'environ quatre stades (720 mètres). »

Mon séjour prolongé dans l'Albanie et dans l'île de Corfou m'avait initié suffisamment à la géologie des îles Ioniennes, et les études faites postérieurement dans les îles de Fanò, de Merlera, de Paxos et de Céphalonie ne m'avaient montré, au-dessus de l'étage nummulitique, que les marnes subapennines. Les travaux que M. Strickland (1) a publiés sur l'île de Zante, et dont nous avons eu l'occasion de vérifier toute l'exactitude, nous dispenseront d'entrer dans des détails de description étendus; aussi nous bornerons-nous à rappeler que l'étage pliocène s'y montre composé de trois termes dont l'inférieur consiste en des amas gypseux, régulièrement stratifiés, au nombre de huit, mesurant plus de 100 mètres, et que l'on passe successivement en revue, près et au sud de la ville de Zante, sur le chemin qui conduit au couvent du mont Scopo; le moyen consiste en des marnes blanches, dont on peut observer un superbe développement au-dessous de la citadelle, contenant les mêmes fossiles que dans les environs d'Avlona, et le supérieur en des poudingues et des grès calcaréo-sableux jaunes, passant à une mollasse coquillière, et occupant la position de la panchina de la Toscane dont il contient également les fossiles, et en plus grande abondance la *Janira Jacobæa*, surtout dans les falaises de Crionéro. Je suis moins affirmatif sur l'âge d'un système de couches avec Hyales et Cléodores, que l'on remarque au-dessous des gypses, qui se compose d'un calcaire jaunâtre, à grain uni et mat, et qui, dans la commune de Chieri, où il acquiert un très-grand développement, alterne avec des argiles de couleur cendrée et semble passer, par gradation ménagée, aux calcaires nummulitiques. Ce système, placé incontestablement au-dessous des argiles pétrolifères, est-il miocène, est-il la continuation de l'étage pliocène, ou bien représente-t-il l'éocène supérieur qui, dans d'autres contrées, aurait pour équivalents les bancs à fucoïdes? Voilà ce qu'il ne m'a pas été possible d'établir, les fossiles étant excessivement rares, et ceux que j'ai recueillis ne pouvant me fournir aucun éclaircissement

(1) Strick and, *Transactions of the geol. Soc. of London*, vol. V.

à cet égard. J'ignore également sur quels points M. Virlet (1) aura observé les collines de calcaires schisteux et bitumineux de la formation crayeuse dont ce savant fait mention dans le voisinage du marais pétrolifère. Je ne connais dans l'île de Zante d'autre terrain de craie que le calcaire à hippurites, et je puis affirmer qu'au-dessus de ce niveau on ne rencontre que les calcaires à Nummulites, le calcaire jaune à Cléodores et les divers membres de l'étage pliocène qui ont été déjà mentionnés.

Les assises à Cléodores affleurent, dans la montagne de Scopo, au voisinage de la source qui alimente les fontaines de Zante; mais, dans cette région, les couches sont tellement tourmentées et dénivelées par des failles, qu'on se fait difficilement une idée nette de l'ordre dans lequel elles se succèdent. Le Scopo doit sa structure étalée en éventail et son altitude (396 mètres) aux dislocations dont il a été le théâtre. Le rocher qui le surmonte et qui se fait remarquer de loin par la hardiesse de sa forme pyramidale, est composé de calcaires blancs avec *Sphærulites Sauvagesi*, et il semble s'échapper, comme un dyke plutonique, de dessous le terrain gypseux qui en enveloppe complètement la base et vient buter contre lui par faille. Nous avons vu que, dans les environs d'Avlona, les amas gypseux étaient noyés au milieu des argiles; à Zante, au contraire, ils y alternent avec elles, et de plus on observe, au-dessus du dernier amas, un calcaire noir, fétide, qui renferme par places des Paludines de grande taille. Sous le mont Scopo, le calcaire fétide est accompagné d'encroûtements de calcaire cloisonné qui rappellent d'une manière frappante les cargneules keupériennes; mais, en dehors de tout autre ordre de faits, il suffit de constater au-dessous l'existence des hippurites, pour être fixé sur leur origine tertiaire.

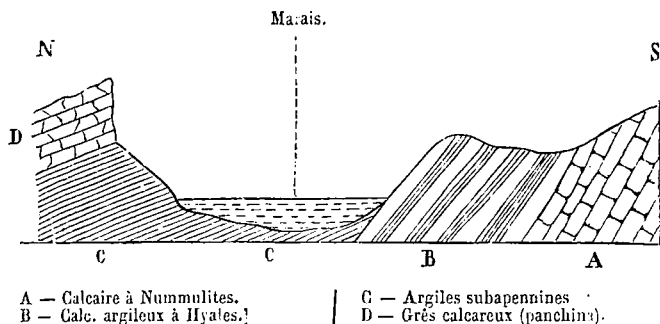
Ces détails sont suffisants pour l'histoire des gisements pétrolifères de Zante, où nous nous rendîmes en traversant la plaine occupée par les argiles bleues, que nous n'abandonnâmes que près du village de Latakia, où nous mîmes le pied sur la grande chaîne montagneuse qui, depuis le cap Skinari, au nord, jusqu'à celui de Chieri au sud, traverse l'île dans toute sa longueur, et sur laquelle viennent s'appuyer les terrains tertiaires. Ces derniers, de consistance friable, sont recouverts de vignes et d'oliviers, tandis que les calcaires blancs à hippurites et à Num-

(1) Virlet, Sur les sources et mines d'asphalte ou bitume minéral de l'île de Zante. *Bull. Soc. géol.*, 1^{re} sér., t. IV, p. 203.

mulites se font remarquer par leur stérilité et l'âpreté de leurs pentes.!

A Latakia nous suivîmes une route muletière qui nous fit traverser une série de coteaux ondulés, occupés alternativement par les calcaires à Hyales B (fig. 11) et par les calcaires

Fig. 11.



A — Calcaire à Nummulites.	C — Argiles subapennines
B — Calc. argileux à Hyales.!	D — Grès calcaireux (panchina).

nummulitiques A. Dans le quartier de Sténa nous longeâmes, pendant plus d'un kilomètre, une faille qui avait redressé presque verticalement les bancs nummulitiques, tandis que la panchina venait buter contre ces derniers, en ne conservant qu'une inclinaison de 18 à 20°. Nous atteignîmes ensuite par un abrupte que le sentier traverse par un lacet en zigzag, un vallon étroit du fond duquel, sous un rocher taillé à pic, coulait une source dite l'Abyssos. Ce nom lui vient de son réservoir toujours plein, que les habitants du pays assurent sérieusement être sans fond, et dans lequel s'emmagasinent les eaux qu'y amènent les calcaires argilifères à Cléodores qui prennent sur ce point un grand développement. On les voit recouverts, immédiatement au-dessus du gouffre, par des bancs épais de poudingues et de conglomérats par lesquels débute la panchina. Mais c'est en remontant de l'Abyssos jusqu'à Chieri, et en descendant de Chieri jusqu'aux falaises inabornables de Bétika, qu'on peut saisir plus nettement les rapports qui existent d'un côté entre les calcaires à Cléodores et les calcaires nummulitiques, et d'un autre, entre ceux-ci et les calcaires à hippurites. Il me paraît fort difficile, ainsi que je l'ai déjà dit, de rattacher les premiers à l'étage pliocène, ce qui, dans ce cas, formerait à son bénéfice un quatrième terme inférieur aux gypses, tandis que sa liaison, on pourrait même dire son alternance avec des bancs

pétris de Nummulites, tend plutôt à les faire considérer comme un membre de l'étage éocène, sinon comme un étage indépendant. Cette question, au surplus, qui a son intérêt au point de vue de la géologie pure, ne touche pas à celle du pétrole dont le gisement propre est dans les argiles bleues C, donc dans l'étage pliocène, exactement comme dans la vallée de la Vojtza.

Le lac décrit par Hérodote se trouve dans la commune de Chieri, en face même de l'îlot de Maratonisi, et pendant l'été il se transforme en un marais rempli de roseaux dont l'écoulement des eaux dans la mer à laquelle il confine s'opère par deux petits canaux que l'on traverse sur des ponts en pierre sur la côte même. Ce marais est dirigé de l'ouest à l'est, et il peut avoir 1,600 mètres de long sur 800 de large, donc une superficie de 1,280,000 mètres carrés.

Le diagramme dessiné dans la fig. 11 indique sa position par rapport aux roches encaissantes, et montre suffisamment sa subordination aux argiles bleues C qui le dominent vers le nord. Ajoutons de suite, à l'appui de cette opinion, que la sonde, jusqu'à une profondeur de 300 pieds anglais, n'a traversé que des argiles bleues.

Les gisements de pétrole sont concentrés dans cette petite plaine marécageuse; du moins les indices apparents de cette substance ne se montrent jamais au delà de ce périmètre, mais ils se trahissent, sous forme de pellicules irisées, à la surface des eaux stagnantes qui remplissent les fossés d'assainissement. Il n'existe point de sources proprement dites. Quant à celles décrites par Hérodote, elles consistent aujourd'hui en deux puits de 1 mètre 50 centimètres de diamètre et d'un mètre de profondeur environ, que l'on a isolés du marais au moyen d'une margelle en pierre et dans lesquels une eau claire et limpide arrive jusqu'au niveau même de la plaine. Ces espèces de réservoirs sont traversés par de nombreuses bulles de gaz qui viennent crever à la surface et dont l'enveloppe est recouverte d'une pellicule de pétrole liquide qui se mêle avec l'eau des puits; la partie la plus légère, le naphte, surnage, tandis que le goudron, plus lourd, gagne le fond, où il constitue des dépôts de pissasphalte de couleur noirâtre et de consistance visqueuse.

Il arrive que, lorsque ces dépôts acquièrent une épaisseur assez considérable, le gaz hydrogène carboné n'a plus la force suffisante pour les traverser. Il s'accumule alors sous le gâteau qui l'opprime, le soulève en forme de vessie et finit par le crever, lorsque sa tension est supérieure à la résistance qui s'op-

posait à sa sortie. On voit souvent aussi ce gaz former sur les parois du gâteau glutineux des agglomérations de bulles qui ont du pissasphalte pour enveloppe, de la grosseur du poing, au nombre de 8 à 10 et ressemblant alors à un paquet de poires en caoutchouc, ou mieux à une grappe de bisciaïens. La taille prodigieuse de ces ampoules qui ne sont nullement pressées de crever et leur persistance à se maintenir gonflées à l'instar de ballons captifs tiennent à l'épaisseur ainsi qu'à la nature visqueuse de leurs parois.

Lorsqu'on juge le puisard rempli d'une quantité suffisante de matière goudronneuse, on la transvase, comme du temps d'Homère, au moyen de branches d'arbustes garnies de leurs feuilles, et on la reçoit dans des tonneaux en bois. C'est, comme on le voit, un procédé primitif et barbare, mais qui est encore le plus économique et le seul praticable, industriellement parlant, dans une production qui ne peut pas dépasser deux tonnes par an, si elle les atteint toutefois, et qui a le grand inconvénient de s'attacher à une matière que protègent doublement sa position au-dessous d'une nappe d'eau marécageuse et le prix élevé des travaux souterrains qu'il faudrait entreprendre pour parvenir jusqu'aux couches pétrolifères. Un gisement aussi circonscrit et aussi peu fécond serait négligé et passerait inaperçu en Valachie.

Il ne fallait pas beaucoup d'efforts d'intelligence pour reconnaître que le pissasphalte de Chieri était amené à la surface du marais par un jeu analogue à celui qui amenait le pissasphalte de Rompzi dans les eaux de la Vojutza ; c'étaient bien le même mécanisme, le même terrain et le même gaz, à cette différence près que le fleuve, à cause de l'inconstance de son cours, détruisait chaque année son ouvrage, en le déplaçant, tandis que dans l'île de Zante on n'avait point à lutter contre des eaux vagabondes, et que l'on pouvait compter sur la permanence des puits à travers lesquels le courant gazeux était établi, et par conséquent sur une récolte de poix qu'aucune inondation ni aucun changement de lit ne pouvaient compromettre.

A côté et un peu à l'est du sondage principal dont nous parlerons bientôt, il existe dans les marais, mais un peu au-dessus des eaux stagnantes, une source vive que l'on a forcée d'entrer dans une conque peu profonde entourée d'un mur, et dont le trop-plein, qui s'échappe par une rigole, se disperse dans les fossés voisins. Cette source amène du pétrole, et voici de quelle manière. Du fond de la conque il s'élève, à chaque

seconde, des bulles semblables à des lentilles et dont les plus volumineuses atteignent rarement la grosseur d'un pois. Chaque lentille, au moment de sa sortie, devient le centre d'une grande tache opaline ressemblant au disque gélatineux d'une méduse de mer, qui tend à s'épandre à l'infini, comme une goutte d'huile sur de l'eau. Cette tache est formée par le naphte qui, en vertu de sa plus grande légèreté, est le premier à se séparer de la bulle qui l'a ramené de la profondeur du sol. Immédiatement après, on voit se détacher de la lentille, sous forme de rayons capillaires, ressemblant aux étincelles qui partent des pièces d'artifice connues sous le nom de soleils, une substance brunâtre de couleur café, et qui est du pétrole chargé de bitume. Ces rayons forment ainsi une auréole laciniée autour de la lentille, laquelle, une fois dépouillée de ses produits bitumineux, finit par crever, en donnant naissance à un vide circulaire occupé par de l'eau pure.

Ces espèces d'îles flottantes, ainsi composées de trois parties distinctes concentriques, suivent la direction du courant, et conservent leurs formes symétriques jusqu'au moment où elles atteignent la rigole qui les conduit dans le marais. Rien n'est attachant comme d'assister à la création de ces petites merveilles dont le diamètre varie de 3 à 5 centimètres, et dont chaque orbe présente une teinte différente, mais du plus ravissant effet; mais, une fois arrivées dans le marais, elles sont retenues par les roseaux et elles couvrent la surface des eaux tranquilles d'une pellicule qui présente mille dessins variés reproduisant les dispositions bizarres de certains marbres ruiformes. Ce pissasphalte, débarrassé de son naphte, le dépose au fond des eaux.

Voilà en peu de lignes l'histoire complète des fameuses sources pétrolifères de l'île de Zante : quelques bulles de gaz inflammable amenant au jour une quantité insignifiante de pétrole, la partie goudronneuse se précipitant au fond du marais, et les huiles légères transportées par les canaux de dessèchement dans la mer, qui dans les temps calmes se montre couverte d'une pellicule irisée. Cette histoire, en deux mots, comprend une série d'opérations qui n'ont que de la surface et point de profondeur. J'ai remarqué en outre sur les terres sèches du marais quelques efflorescences de sel marin. M. Williams, directeur du sondage, m'a assuré en avoir observé quelques croûtes dans les chaudières que l'eau du marais alimentait. Comme le lac de Chieri est visité quelquefois par la mer à la

suite de grandes tempêtes, je ne saurais affirmer si le chlorure de sodium appartient plutôt au sel que pourraient contenir les argiles bleues qu'à la salure accidentelle opérée par l'intervention des eaux de l'Adriatique. Je dois faire remarquer que les habitants du voisinage ne boivent point d'autre eau, et que pour mon propre compte je ne lui ai point trouvé la saveur du sel.

J'ai constaté le 12 septembre que la température de l'eau de la source au sud du sondage principal était de 14°,20, et celle de l'air de 25° à l'ombre.

A l'époque où la fièvre du pétrole s'était emparée de tous les esprits, l'île de Zante ne pouvait échapper à l'attention des spéculateurs. Il s'est formé une société pour l'exploitation de ses huiles minérales, et ce marais a été exploité au moyen de deux sondages. Le premier a été poussé jusqu'à la profondeur de 300 pieds anglais (150 m. environ) et a atteint la nappe pétrolifère à 145 pieds (48 m.). La production a été dans les débuts d'environ une demi-tonne par jour; mais, comme cette quantité allait en diminuant progressivement, on s'est décidé à rechercher de nouvelles sources. A l'époque de ma visite, le sondage était parvenu à la profondeur de 150 mètres, sans être jamais sorti des argiles bleues. Mais au moment de l'interruption des travaux le trépan avait eu à lutter contre un calcaire noir, dur, fétide, qui ne peut être que celui que nous avons mentionné à la partie supérieure des dépôts gypseux. C'est le seul calcaire noir qui soit connu dans l'île. Cette rencontre fixerait donc nettement la position des argiles pétrolifères qui sont bien réellement pliocènes, comme dans la vallée de la Vojutza. Le sondage n° 2, placé de l'autre côté du marais et au nord du premier, a été poussé jusqu'à la profondeur de 70 pieds (21 mètres), où il a saigné un niveau pétrolifère qui a fourni 3,000 litres d'huile minérale dans l'intervalle de sept heures. Après, il s'est montré complètement stérile, et on l'a abandonné. Ajoutons que les deux sondages ont leur emplacement au milieu même des puits anciens.

L'idée qui a dirigé les exploitants dans le genre de travaux qu'ils ont adopté reposait sur l'espérance de rencontrer des sources jaillissantes ou des réservoirs de pétrole aussi abondants qu'en Amérique; mais on a vu que les résultats n'ont guère concordé avec les données théoriques. En effet, si l'on admet que le pétrole est, dans l'île de Zante, contemporain des couches qui le recèlent, comme cela est démontré pour les pé-

troles de la Valachie, et comme les sondages dans le marais de Chieri semblent le confirmer à leur tour, puisque le seul niveau pétrolifère traversé s'est appauvri après un drainage de quelques jours, il existe peu de chances de rencontrer à une plus grande profondeur des réservoirs assez abondants pour que leurs produits puissent racheter les travaux coûteux du sondage. D'un autre côté, en se plaçant dans le marais même, il n'était pas possible d'échapper à l'envahissement des eaux, et les puits forés pouvaient seuls, à cause de cet inconvénient, être mis en usage. Parce que le pétrole a manifesté sa présence seulement dans la plaine marécageuse, on a cru qu'il ne devait exister qu'au-dessous des points d'où il provenait, sans réfléchir que sans le concours de l'eau cette substance ne peut guère arriver à l'état liquide à la surface du sol. Il y aurait donc lieu à étudier la question sous une autre face et à adopter de préférence le système valaque pour des gisements qui sont identiques avec ceux de la Valachie; mais cette question tombant dans le domaine des applications industrielles ne peut point trouver sa place ici.

Les huiles minérales de Chieri sont très-lourdes et de qualité inférieure. Elles se composent en grande partie de poix liquide et d'une certaine quantité de pétrole verdâtre qui se trouve mêlée au pissasphalte et qui surnage. On est donc obligé, pour obtenir la qualité marchande, d'introduire les produits extraits dans un tonneau où ils se décantent d'eux-mêmes. La poix, plus lourde, remplit le fond du tonneau, et par le moyen d'un robinet placé à une hauteur convenable on soutire les parties les plus légères qui flottent à la surface. Mais on a remarqué qu'elles retiennent une certaine quantité d'eau dont on ne peut pas se débarrasser, et qui gêne beaucoup dans l'œuvre de la distillation.

Il ne sera pas difficile de s'expliquer l'infériorité relative des pétroles de Chieri et leur grande teneur en goudron, si on réfléchit que, depuis des siècles dont il est difficile de fixer le nombre, le dégagement continu de gaz inflammable, qu'accompagne une expulsion correspondante de naphte, a pour résultat inévitable de les dépouiller de leurs principes les plus légers, et de les faire passer insensiblement à l'état de pissasphalte; et il est rationnel de conjecturer que cette distillation spontanée amènera dans un temps plus ou moins reculé leur appauvrissement graduel et, enfin, leur épuisement complet, après lequel ils finiront par se transformer, dans le sein de la terre, en

bitume solide, ainsi que cela s'est déjà accompli pour les gisements de la mer Morte et de Sélenitza.

L'emploi de la poix minérale de Zante a reçu jusqu'ici des applications bien limitées, limitées presque autant que sa production. La compagnie du Lloyd Autrichien a tenté de la substituer au brai pour le calfatage de ses navires, mais elle a dû la rejeter à cause de l'état de ramollissement permanent dans lequel la maintenait la quantité de pétrole qu'elle retenait encore. Son usage le plus fréquent consiste à préserver les vignes et les arbres des attaques des insectes, et pour cela on entoure ces végétaux d'un cercle de cette poix dans laquelle les insectes viennent s'engluier. Enfin, on s'en sert comme huile lubrifiante.

Je n'ai point à reproduire ici les diverses opinions que l'on a mises en avant sur l'origine probable des pétroles, origine sur laquelle on discutera longtemps encore. Il a suffi, pour la théorie que j'ai développée dans mon précédent travail, de démontrer que les pétroles sont contemporains des terrains qui les contiennent, et qu'on ne saurait leur reconnaître une origine volcanique. Je suis heureux de voir M. Sterry-Hunt (1) embrasser mon opinion relativement aux pétroles d'Amérique qu'il considère à son tour comme étant contemporains des terrains paléozoïques dans lesquels on les exploite. Le seul point sur lequel nous différons, et qui ne touche pas d'ailleurs à la question géologique proprement dite, est relatif à l'origine du pétrole que le savant américain attribue à une transformation particulière de matières organiques, lesquelles, sous l'influence de certaines conditions, auraient eu la propriété de se convertir en houille ou en toute autre substance carbonneuse, ou bien en hydrocarbures liquides, tels que le pétrole. L'accumulation de grandes quantités de matières végétales, comme cela a lieu de nos jours au milieu de l'Atlantique, a dû se reproduire dans les temps anciens, et ce serait là, suivant M. Sterry-Hunt, la cause de la formation des huiles minérales dans les terrains dévoniens de la Pennsylvanie et du Canada. Cette théorie est séduisante, au premier aspect, parce qu'elle a l'avantage de rattacher directement les pétroles à la classe des combustibles fossiles dont l'origine organique ne saurait être contestée aujourd'hui; mais elle me semble incompatible avec les faits ob-

(1) Sterry-Hunt, Sur les pétroles de l'Amérique du Nord. (*Bull. Soc géol.*, t. XXIV, p. 570.)

servés. En effet, on comprend difficilement comment des amas de végétaux auraient pu se transformer complètement en une substance liquide sans laisser aucune trace du squelette des plantes, surtout si on réfléchit que le bois est composé de 50 pour 100 de carbone et de 6,50 d'hydrogène seulement, et que Reichenbach n'a pu parvenir à retirer par la distillation de la houille que deux onces de pétrole par quintal. Il devrait donc se trouver dans tous les terrains pétrolifères des résidus charbonneux, après la combinaison opérée des 6,50 d'hydrogène avec la quantité correspondante de carbone pour constituer du pétrole; or, dans les Principautés danubiennes, dans l'Albanie et dans l'Amérique du Nord, on n'a jamais cité, que je sache, des couches de charbon concomitantes des dépôts pétroliens. De plus, il resterait toujours à expliquer, d'après ces idées, la dissémination des substances bitumineuses dans les roches plutoniques, ainsi que leur présence au milieu de filons métallifères qui n'ont rien de commun avec les phénomènes d'origine neptunienne.

Cette théorie reproduit à peu près celle du D^r Nugent (1) qui attribue à une cause semblable l'origine du grand lac de poix de la Trinidad. Suivant ce géologue, « l'Orénoque a, pendant des « siècles, porté d'immenses quantités de bois et d'autres végé-
« taux à la mer environnante, où, par l'influence des courants
« et des remous, ces corps ont pu être arrêtés et accumulés en
« certains points. La fréquence des tremblements de terre et
« diverses autres indications de l'action volcanique dans ces ré-
« gions viennent à l'appui de l'opinion qui tend à admettre que
« ces substances végétales ont subi, par l'effet du feu souter-
« rain, les transformations et altérations chimiques qui déter-
« minent la production du pétrole. »

Une particularité saillante, et qui distingue franchement les dépôts pétrolifères du bassin carpatho-caucasien et de l'Albanie de ceux de l'Amérique du Nord, consiste en ce que dans ceux-ci le pétrole est ordinairement accumulé dans des réservoirs le plus souvent verticaux, qui sont en connexion évidente avec les axes anticlinaux des chaînes montagneuses, et que les portions horizontales d'un terrain oléifère ne fournissent que de petites quantités de pétrole, tandis que dans les Principautés danubiennes, c'est justement dans les terrains bien réglés et dont les couches se rapprochent de l'horizontale, et jamais

(1) Lyell, *Principes de géologie*, t. II, p. 146.

dans les points, disloqués que l'on établit les puits de recherches. Dans les Carpathes, l'huile minérale est, comme on le sait, emprisonnée dans une argile tenace, et il convient de la diriger dans des puits très-rapprochés les uns des autres, et dans lesquels on n'a pas à redouter l'envahissement des sources impétueuses ou de gaz inflammable qui mettent sérieusement en danger la vie des ouvriers. C'est la raison qui, outre la pauvreté relative des gisements, a fait renoncer au système coûteux des forages, dont les frais n'auraient jamais pu être couverts par les produits. Les crevasses ou les cavernes n'existent pas dans les terrains argileux, et dès lors on ne peut point espérer de rencontrer des réservoirs de pétrole dans les lignes de fractures. Dans l'Amérique, au contraire, les couches renfermant les pétroles sont des roches calcaires, les seules dans lesquelles se montrent les cavernes et les crevasses. On conçoit par là que ces calcaires n'auront conservé, dans les portions horizontales, que le pétrole qu'ils auront primitivement reçu, tandis que dans les parties soulevées, le pétrole, s'écoulant suivant le plan incliné des couches, se sera accumulé dans ces dépressions et ces fissures souterraines, d'où la sonde fait jaillir ces quantités énormes d'huiles qui font la richesse des exploitants. C'est là, suivant moi, le motif pour lequel on est obligé de recourir aux puits forés. En d'autres termes, les réservoirs de pétrole sont créés naturellement en Amérique ; dans la Roumanie, c'est la main de l'homme qui les façonne.

Mais revenons à nos pétroles de Zante. Comme rien dans les terrains sédimentaires de cette île ne peut rendre compte de la production de ce bitume, M. Strickland croit qu'il provient des terrains volcaniques qui existent au-dessous des îles Ioniennes. Il est d'autant plus confirmé dans cette opinion que les sources se trouvent dans un centre de dislocation des couches. Il nous suffira, pour repousser cette explication, de dire qu'il n'existe aucune roche volcanique dans les îles Ioniennes, et que la seule dislocation que nous ayons observée dans le voisinage du lac de Chieri est la modeste faille de Sténa dont nous avons fait mention.

M. Virlet me paraît avoir démontré l'insuffisance de la théorie de Reichenbach, qui admet que les sources de pétrole sont dues à la distillation lente, à une basse température, des amas de houille ; mais en considérant les huiles minérales de Zante et tous les pétroles en général comme de véritables produits volcaniques, que des sources souterraines feraient pour ainsi

dire circuler journellement dans les terrains où se manifeste leur présence, c'est admettre par ce fait seul leur inexpuisabilité, leur refuser une date déterminée, mais qui est fatalement postérieure à l'âge des couches qu'elles ne feraient alors que traverser. Or, ces conséquences étant toutes contraires aux faits nombreux observés par nous et consignés dans cette note, nous persistons dans les conclusions que nous avons formulées dans notre Mémoire sur les pétroles de la Roumanie, et auxquelles nos études récentes en Albanie et dans les îles Ioniennes viennent prêter une force nouvelle.

Étude géologique sur la Corse; par M. Tabariés de Grand-saignes (Pl. I).

Sur le point de faire un voyage de quelques semaines en Corse, je n'espérais pas pouvoir rapporter à la Société géologique autre chose que de simples notes sur les points que j'aurais étudiés *de visu*. Une fois arrivé dans le pays, je me suis trouvé en présence de faits et de documents qui m'ont décidé à présenter sur la Corse un travail d'ensemble, qui, bien qu'incomplet, sans doute, me semble nécessité par l'ancienneté et les desiderata des derniers travaux de ce genre.

Bien que l'étendue de la Corse ne dépasse pas quarante et une lieues en longueur et vingt-six en largeur, peu de géologues ont eu le courage d'affronter les difficultés que présente et surtout que présentait son exploration complète. Parmi eux je citerai Barral (1), qui écrivait en 1783; Jean Reynaud (2), en 1834; et Pareto (3), vers 1845; c'est à ce dernier observateur que les auteurs de la Carte géologique de la France ont emprunté les modifications apportées à la Corse dans leur dernière édition.

En outre, des études intéressantes, mais partielles, sur ce pays, ont été faites par MM. Gueymard (4), Constantin James (5), Éd. Collomb (6), Cotteau et Pumpelly (7).

(1) *Mémoire* sur l'histoire naturelle de l'île de Corse.

(2) *Mém. de la Soc. géol.*, 1^{re} série, t. I, p. 1, 1834.

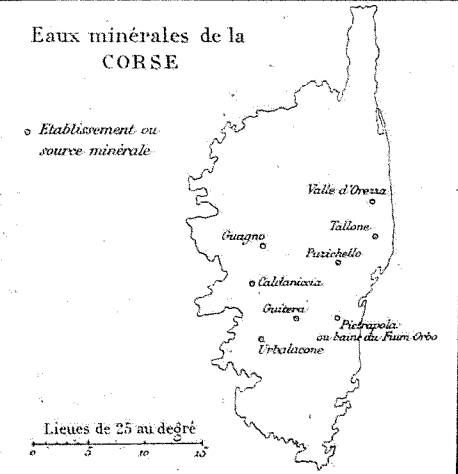
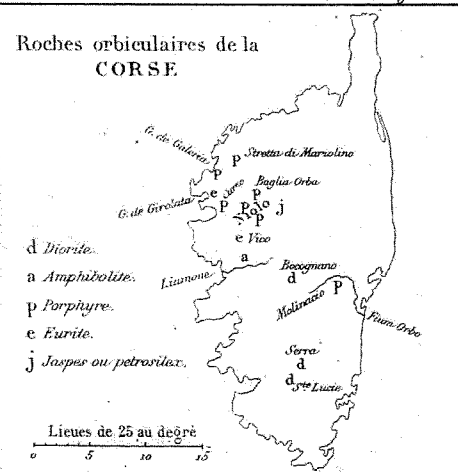
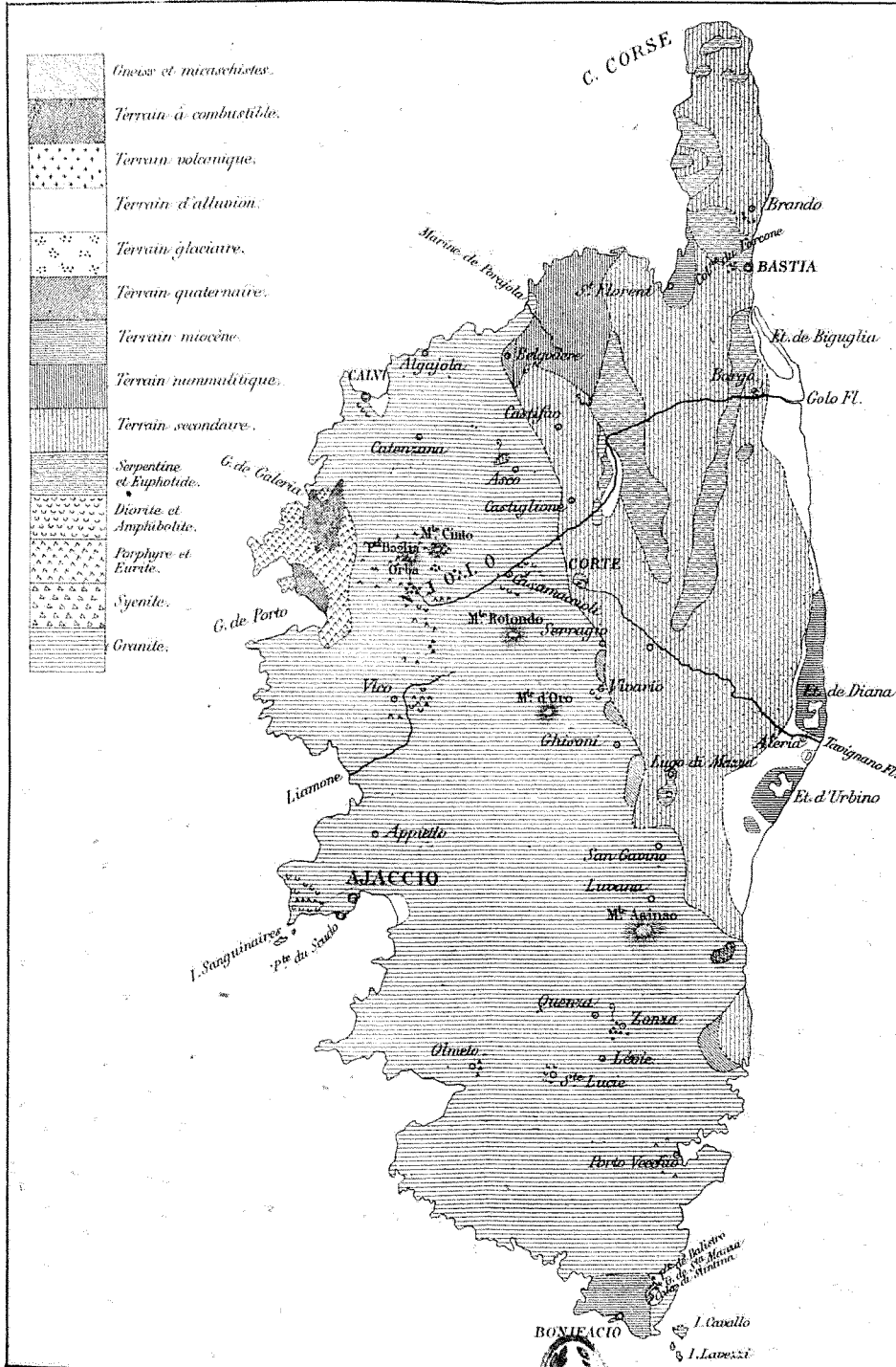
(3) *Cenni geognostici sulla Corsica*.

(4) *Annales des mines*, 1824.

(5) *Rapport sur les eaux minérales de la Corse*, 1853.

(6) *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e sér., t. XI, p. 63.

(7) *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e sér., t. XVII, p. 78.



Si l'on quitte les ouvrages spéciaux, on trouvera encore quelques renseignements utiles sur la géologie de l'île, dans les recherches historiques et statistiques de Robiquet sur la Corse, en 1835, dans *la Corse* de Jean della Rocca, en 1857, enfin dans les rapports sur l'Exposition industrielle à Ajaccio, en 1865.

Je vais essayer, en comparant entre eux ces divers travaux et mes propres observations, d'indiquer quels sont les changements qui doivent être apportés aux dernières cartes géologiques de la Corse.

TERRAINS DE LA CORSE.

Les terrains jusqu'ici reconnus en Corse sont :

les terrains cristallisés,	les alluvions diverses,
— terrains dits crétacés,	— dépôts glaciaires,
— terrains nummulitiques,	— dépôts volcaniques,
— terrain miocène,	— gneiss et micaschistes,
— cordons littoraux quaternaires,	— terrain à combustible.

1 *Terrains cristallisés.* — Le granite forme environ les deux tiers de la superficie des terrains de la Corse ; on le rencontre dans toute la moitié occidentale de l'île et dans toute la partie sud. Il forme un massif qui se tient sans interruption et est assez bien délimité par la ligne des côtes et par une ligne intérieure passant à un kilomètre au-dessus de la marine de Porajola, un kilomètre E. de Belgodere, trois kilomètres O. de Castighio, un de Castiglione, deux de Corte, à Vivario, à deux kilomètres E. de Ghisoni, à la même distance de San-Garvino, allant, à la hauteur de Luvana, vers la côte orientale, et ne la quittant que pour former ceinture, entre Canella et l'embouchure de la Santa-Lucia, autour d'un lambeau tertiaire.

Le granite surgit encore au-dessus de Ponte Leccia et d'O-messa, et forme le cap Capicciolo et les îles Cavallo et Lavezzi. Je suis dans ces indications la carte de M. Pareto.

Cette roche offre dans certaines localités de belles variétés susceptibles d'une exploitation avantageuse. Je citerai, entre autres, le granite d'Algajola, dans lequel on a taillé un monolithe énorme, destiné à servir de piédestal à une statue de Napoléon I^{er}, et que le coût du transport a fait jusqu'ici laisser sur place, le granite blanc de Vico, celui d'Apietto, d'une belle teinte rose, celui d'Ajaccio, d'un grain fin, d'un bel aspect et

d'une dureté excessive, mais qui ne peut pas s'extraire en grandes masses.

Le granite passe quelquefois à la syénite, et offre de belles variétés de cette roche à Olmeto et sur la route de Vico à Evisa.

Le porphyre forme un massif considérable entre les golfes de Galcria et de Porto. C'est entre ce massif et la côte que se rencontrent des dépôts d'anhracite (?) que je regrette de n'avoir pu visiter; il s'extrait aussi du charbon minéral à Otta et à Evisa; mais ces exploitations paraissent peu productives. Le massif porphyrique se prolonge dans tout le Niolo, mais non d'une manière continue; c'est surtout aux monts Cinto, Baglia Orba et Pertuisato qu'il forme des masses puissantes et présente de belles variétés. Le porphyre apparaît encore aux environs d'Ajaccio et de Porto Vecchio, mais en petite quantité.

L'eurite est très-répandue dans le massif granitique, mais presque toujours en veines de peu d'épaisseur; c'est au sud de Vico que j'en ai rencontré les plus gros amas.

La diorite apparaît assez souvent dans les mêmes terrains, au sud de Calvi, autour de Casamaccioli, au nord de Vico, à l'ouest d'Ajaccio, aux environs de Bogognano et de Vivario, à Sainte-Lucie de Tallano et à Scanzacaggio, au nord-ouest de Bonifacio; très-souvent elle passe à de l'amphibolite d'un grain plus fin, d'une grande dureté et à large cassure conchoïdale.

Terrains dits crétacés et terrain nummulitique.— On range jusqu'aujourd'hui sous la dénomination de crétacés ou secondaires des terrains d'une grande étendue, puisqu'ils occupent le quart de la superficie de la Corse, d'aspect et de composition très-variables, dans lesquels on n'a pas encore découvert de fossiles, et qui, presque partout, présentent des traces profondes de l'influence métamorphique. Ces terrains sont délimités, à l'ouest et au sud, par la ligne intérieure qui sert de frontière au massif granitique, au nord et à l'est, par la mer, ou par des formations tertiaires ou alluviales.

Cette formation est continue, sauf un lambeau intercalé entre le granite et la mer, de la Cala de Comella à l'embouchure de la Santa Lucia, et deux autres isolés dans le grand massif granitique et dont il est nécessaire de dire quelques mots, car ils ne figurent sur aucune des cartes actuelles.

Barral écrivait, en 1783 : « Les montagnes de la grande chaîne, que je nomme de premier ordre, sont généralement

« de granits. Dans ces granits l'on trouve des courants de ba-
 « saltes et des laves de différentes espèces (1). Indépendamment
 « de ces matières, l'on trouve de la pierre calcaire dans deux
 « endroits; l'un à une lieue d'Asco, sur le chemin de Calen-
 « sana (2); l'autre au-dessous de la Quenza, nommé Lasinao
 « (Asinao). Ces deux montagnes calcaires sont totalement
 « isolées au milieu des granits. »

En 1820, M. Gueymard rencontrait et signalait de nouveau, sur le monte Asinao, à 1823 mètres, des grès et des calcaires se rapportant à la formation secondaire. Il constatait ainsi la parfaite justesse de l'une des observations de Barral. Si la seconde n'a pas été également contrôlée, la raison en est dans les difficultés que présente l'exploration des environs d'Asco, village isolé au milieu des bois et des montagnes. Je ne fais aucun doute de son exactitude; mais cependant, n'ayant ici que le témoignage de Barral, je crois devoir mettre sur la carte, au lieu qu'il indique, un point d'interrogation (3).

Rien de variable comme l'aspect minéralogique de la formation dont il s'agit. A Corte, ce sont des marbres cristallins, soit gris et à longues veines parallèles, soit à pâte blanchâtre et pénétrée de diallage; au nord de Corte, à San Marcello, au pont du Vecchio, ce sont des schistes ardoisiers susceptibles d'exploitation; près de Ponte Leccia, elle constitue une sorte de calcaire argileux, gris et rose, exploité comme pierre d'ornement; au-dessous de Borgo, le terrain est formé de schistes rouges, ailleurs, de grès de teintes variables ou de grauwackes grises avec cailloux de quartz, à Brando, de calcaires jaunes bien stratifiés et imprégnés de concrétions. Si l'on ajoute à cela les dislocations, les intercalations et les inclinaisons diverses produites par l'apparition de matières éruptives, on aura une faible idée des difficultés que l'étude de cette partie des terrains de la Corse présente au géologue.

Si la stratigraphie est loin de suffire à débrouiller ce chaos, les caractères présentés par les fossiles font encore plus défaut.

(1) Ces prétendus produits volcaniques ne sont que des eurites ou des porphyres altérés.

(2) Arrondissement de Calvi.

(3) M. Gueymard dit avoir rencontré la même formation à l'est de l'île; il se pourrait bien que ce fût celle d'Asco. Il signale une autre petite montagne calcaire isolée au milieu du granite à *Cauca*; serait-ce *Conca* au-dessus de Porto-Vecchio?

Les seuls que l'on ait trouvés dans les couches rapportées à cette formation sont des foraminifères qui se rencontrent au nord-ouest. Notre infatigable et savant collègue, M. Édouard Collomb, en a rapporté en 1853, pris par lui à quelques kilomètres de Belgodere, avant d'arriver à la limite du granite, dans un calcaire bleu, dur et résistant, en couches fortement inclinées et accompagnées de grès macigno. M. d'Archiac a reconnu dans ces fossiles : *Nummulites*. *Orbitolites Fortisii*? *Orbitolites submedia* ou *Fortisii*?; c'est-à-dire deux genres essentiellement supercrétacés, et d'un faciès franchement suessonien.

Que le terrain nummulitique soit représenté sur le versant nord-est de la Corse, c'est ce qui ne peut causer aucune surprise, car les côtes continentales les plus voisines, celles du département des Alpes-Maritimes, sont justement de cette formation. La *N. Ramondi* se voit en quantité à Rocca-Esteron, la Palarea, le Puget, cap la Mortela, col de Brauss, san d'Almazzo, Villa-Franca, etc. Mais la question est de savoir si l'on doit rattacher toute la formation, aujourd'hui désignée comme secondaire ou crétacée, au seul gisement fossilifère qui s'y rencontre.

Tel est l'avis de M. Pareto, qui désigne l'ensemble de ces terrains sous le nom un peu élastique de système nummulitique et crétacé, et celui des savants auteurs de la carte géologique de la France, qui l'appellent terrain crétacé supérieur. M. Collomb, au contraire, sépare du reste le terrain nummulitique de Belgodere, qui lui paraît dans une position stratigraphique particulière; il croit les terrains du cap Corse, de Corte, de Valle d'Alesani, Valle d'Orezza, etc., beaucoup plus anciens, d'après leur aspect minéralogique, et peut-être représentant le système jurassique. Cette dernière hypothèse me paraît possible, mais non probable; l'action du métamorphisme a été si grande, dans cette contrée, qu'elle a dû, presque partout, changer l'aspect des couches et les vieillir. Quant à la séparation proposée par mon savant collègue, je la crois essentiellement rationnelle, et je propose d'appeler *nummulitique* le terrain où l'on a constaté la présence des foraminifères, et *secondaire*, au lieu de *crétacé*, tout le reste du massif métamorphique.

Quelle est en effet la situation actuelle? Sur l'un des points du massif, on a reconnu des fossiles suessoniens; on ne peut que rattacher ce point à l'étage nummulitique. Dans tout le

reste, formé de couches disloquées et souvent isolées les unes des autres, les fossiles manquent, et il ne reste que le caractère minéralogique. Or, ces masses se composent, partie de calcaires cristallins rappelant les calcaires créacés métamorphiques de l'Italie, partie aussi de grès et de schistes rappelant ceux de l'étage jurassique. Il me semble qu'il est nécessaire de marcher ici pas à pas, et de ne désigner l'ensemble de ces terrains que sous le nom élastique de secondaires, sous peine de préjuger les choses et de donner aux recherches des explorateurs une fâcheuse direction.

J'ai parlé des serpentines; elles occupent, avec les euphotides diallagiques, plus d'un cinquième de la surface des terrains secondaires, mais en lignes moins continues que celles figurées sur les cartes. En revanche, je crois devoir en signaler une masse importante qui n'y figure pas et dont j'ai constaté, après M. Collomb, la présence à Corte; c'est à elle que sont dus les marbres cristallins de cette ville. Je suis très-disposé aussi à considérer comme de la serpentine éruptive la roche sur laquelle est bâtie Bastia; mais l'aspect de la serpentine est si variable en Corse qu'il est souvent difficile de distinguer la roche pure des couches déjà en place qu'elle a injectées. Elle est tantôt rude et tantôt douce au toucher, tantôt massive et tantôt schisteuse; sur la route de Ponte Leccia à Bastia, on voit des schistes serpentineux, déchiquetés d'une manière bizarre, dont un fragment placé à leur sommet a la figure d'un aigle.

L'amiante se trouve en assez grande abondance dans la serpentine, aux environs de Bastia, à Brando, à Scolca. On la mêle quelquefois à la pâte des poteries, pour leur donner du liant, car l'argile grasse et plastique fait défaut en Corse.

La diorite est à peu près absente de ces terrains; cependant M. Pareto en indique un petit massif entre Lama et Castifao.

Mais le métamorphisme y a produit beaucoup de calcaires cristallins susceptibles d'exploitation. Je citerai le marbre de Corte, grisâtre, à longues veines parallèles, dont sont faites les colonnes du palais de justice de Bastia et le bleu turquin de Serragio, qui a servi au piédestal de la statue de Paoli à Corte.

On désigne sous le nom de *verde di Corsica* deux marbres de provenance différente; l'un vient d'Orezza, l'autre d'Alezani; tous deux sont des euphotides diallagiques d'un vert bleuâtre. Le vert du Bevinco est une roche serpentineuse qui s'extrait des bords de ce petit fleuve; il présente un réseau de veines d'un vert assez foncé; on peut en voir une bordure au bas de l'autel

de la chapelle Bonaparte, à Ajaccio. A Brando, on extrait deux calcaires, l'un, blanc et cristallin, l'autre, gris et plus terreux, qui se débitent en dalles et servent à plaquer l'intérieur des maisons.

Terrain miocène. — Trois petits lambeaux du miocène supérieur (Ét. falunien supérieur de d'Orbigny) se rencontrent en Corse, l'un à Saint-Florent, l'autre à Aleria, le troisième à Bonifacio.

Dès 1834, M. J. Reynaud constatait la contemporanéité des deux premiers dépôts, et donnait deux coupes de celui de Santa Manza et Bonifacio.

Le dépôt de Saint-Florent forme une petite chaîne de collines ondulées, à pic du côté du monte Pigno. Il repose, en forme de bateau, sur une roche serpentineuse; on y reconnaît environ huit couches calcaires distinctes, dans lesquelles se trouvent de grandes Huîtres, des oursins et le *Pecten burdigalensis*.

Le dépôt d'Aleria s'étend de la bouche de l'Alezani à celle du Fiume Orbo; il est en partie recouvert et entouré par des dépôts d'alluvions et renferme les mêmes fossiles que le précédent.

La formation tertiaire de Bonifacio est la plus fossilifère, surtout du côté du golfe de Santa Manza, où les côtes ravinées du bord de la mer présentent des coupes naturelles intéressantes. La cala de Canella, d'après J. Reynaud, montre treize couches de grès et de sables superposés au granite, et renferme des bivalves, des oursins, le *Pecten burdigalensis*, des polypiers et des Turritelles. La cala de Stintina présente six couches de calcaires blancs et rouges, contenant des Huîtres, des oursins, l'*operculina complanata* et les *Pecten burdigalensis* et *opercularis*.

Les oursins les plus communs dans ces couches ont été reconnus par M. Cotteau pour être : *Clypeaster altus*, *C. folium*, qui, ainsi que le *Pecten burdigalensis*, caractérisent ces terrains comme miocènes supérieurs (Ét. falunien supérieur de d'Orbigny).

Les autres oursins des terrains tertiaires de la Corse, que l'on peut voir au Muséum de Paris, sont : *Schizaster*, *Euriscopopus latus*.

La collection d'Ajaccio possède plusieurs exemplaires d'une grande Scutella, et des moules intérieures de coquilles dont la provenance exacte n'est pas indiquée; je crois qu'ils viennent d'Aleria.

A Bonifacio même, les falaises, qui ont plus de 60 mètres de hauteur et contiennent une dizaine de couches calcaires distinctes, renferment peu de fossiles. J'ai cependant rapporté des couches inférieures des oursins indéterminables, et des dents de squales bien conservées, qui doivent se rapporter à plusieurs espèces.

On m'avait annoncé que l'on y rencontrait quelques empreintes de poissons; je n'ai rien vu de tel. Le musée d'Ajaccio en possède, il est vrai, une trentaine d'échantillons, provenant de la collection Fesch, mais ils se rapportent à neuf ou dix espèces éocènes, et proviennent, selon toute probabilité, de la Sicile (monte Bolca, Vicentin).

Terrains quaternaires. — Je rattache aux terrains quaternaires : 1° un cordon littoral du golfe de Santa-Manza, signalé par M. Collomb; il est formé des éléments du granite désagrégé, réunis par un ciment calcaire et renfermant un grand nombre de coquilles vivantes, bien qu'il soit à 5 ou 6 mètres du niveau de la mer; 2° un conglomérat coquillier, à peu près recouvert par la mer, près d'Ajaccio, au pied de la chapelle des Grecs.

Alluvions. — Des dépôts alluviens se rencontrent au fond des golfes d'Ajaccio et de Calvi. Un terrain analogue forme la plaine de Biguglia et une grande partie de celle d'Aleria. Ils sont composés d'un sable argilo-calcaire renfermant des débris nombreux, quelquefois peu roulés, des roches environnantes; dans ce dernier cas, ils pourraient bien se rapporter au diluvium. A l'intérieur de l'île, les petits fleuves actuels ont souvent leurs rives formées d'un dépôt épais de plusieurs mètres de sable granitique contenant des blocs de granite très-arrondis, surtout le Golo, le Liamone, et un affluent du Taravo, ce qui indique un changement considérable dans le volume des eaux.

Terrains glaciaires. — En 1806, on découvrit, près de Bastia, dans une brèche osseuse, des ossements d'un mammifère que Cuvier trouva identique avec le *Lagomys alpinus*; ils avaient été recueillis à une altitude de 600 mètres, dans les fentes d'un calcaire.

Au musée d'Ajaccio (coll. Romagnoli) figurent, sous la même dénomination, des débris recueillis également dans les environs de Bastia, les uns (gangue dure, rougeâtre) dans la colline du Forcone, les autres (gangue terreuse, rouge) dans la grotte de Brando.

En 1850, M. Raphaël Pumpelly constatait l'existence de moraines frontales et terminales et de blocs erratiques, dans la

vallée de Baglia Orba Mari en même temps il contesta l'existence des glaciers sur le monte Rotondo, soupçonnés par MM. Pareto et Éd. Collomb.

Enfin il paraît exister à Zonza (canton de Morta) des traces nombreuses de moraines et de stries glaciaires.

Terrains volcaniques. — Les anciens auteurs qui ont écrit sur la Corse avaient cru voir, dans ce pays, des traces considérables de dépôts volcaniques. Des observations postérieures sont venues détruire cette opinion.

La seule formation de cette espèce se trouve près de la pointe de Balistro (golfe de Santa-Manza). C'est une masse de conglomérat ponceux de 2 à 300 mètres de longueur sur 10 à 12 d'élévation, signalée par J. Reynaud. Elle paraît se rattacher à la formation trachytique de la Sardaigne, et être, comme elle, antérieure aux dépôts tertiaires.

On voit cependant à l'École des mines : 1° un échantillon indiqué « lave poreuse blanchâtre ramassée à Aleria ; » c'est, je crois bien, un véritable produit volcanique, mais qui doit provenir des îles italiennes voisines ; 2° deux échantillons denses, à pâte noire, luisante, avec cristaux blanchâtres, marqués : « scories prétendues volcaniques d'Asco—4 l. N.-O. de Corte ; » cette roche ne me paraît pas volcanique ; c'est plutôt un mélaiphyre éruptif dans le granite ; 3° (signalé par Robiquet en 1835, mais que je n'ai pu retrouver) un échantillon portant : « lave feldspathique grise avec cristaux de pyroxène, de Porto-Vecchio. »

Gneiss et micaschistes. — C'est avec doute que je reproduis, sur la carte qui accompagne cette note, les indications de M. Pareto. Je n'ai vu du gneiss que quelques fragments roulés ; et quant aux micaschistes, je n'en connais pas de véritables en Corse. Peut-être le géologue italien a-t-il appelé de ce nom des schistes talcqueux, tendres, jaunâtres et brillants, comme ceux que l'on voit sur la hauteur de Borgo.

Terrain à combustible, peut-être primaire. — On signale, sur la côte occidentale, aux environs d'Olta, d'Osani et d'Evisa des gisements d'antracite. Ce terrain, à peine étudié, semble se rattacher aux terrains anciens.

LOCALITÉS PARCOURUES.

Environs d'Ajaccio. — Le chef-lieu de la Corse est placé au fond d'une baie granitique large et profonde, qui offre un abri

sûr et des manœuvres faciles aux plus grands navires de guerre. Dans la ville même, sur le Cours, se trouvent deux carrières d'un granite bleuâtre, d'un bel aspect et d'une dureté excessive, ce qui s'oppose à sa facile exploitation; on s'en est servi cependant pour tailler quelques-unes des colonnes de la préfecture. En continuant à s'avancer vers le fond de la baie, on voit bientôt la même roche se présenter sous des aspects différents. A droite, avant d'arriver à la villa Bacciochi, s'étend une petite masse de pétersilex qui va se perdre sous la mer. A gauche, en montant vers le pénitencier, le granite est à grain moyen, offre peu de cohésion et contient quelques traces d'amphibole; près du pénitencier, il se transforme en pegmatite. Un peu à droite de la route, à 1 kilomètre ou 2 du pénitencier, on voit un petit plateau dont le sommet est formé d'amphibolite.

La ville est construite en granite, moins dur que le premier dont j'ai parlé, grisâtre, à grain moyen, et que l'on va prendre à la carrière du Scudo, ouverte près de la mer à 5 ou 6 kilomètres à l'ouest de la ville. C'est de cette pierre qu'est formé le soubassement de la statue de Napoléon I^{er}, sur la place du Diamant. Le piédestal est d'un beau granite porphyroïde rose provenant d'Appietto, village situé à 13 kilomètres au nord d'Ajaccio.

Ajaccio à Bastia. — Je passerai rapidement sur cette partie de mon itinéraire; la route d'Ajaccio à Bastia est ancienne, et les terrains qu'elle coupe ont été relevés par plus d'un explorateur. Le granite disparaît à environ 7 kilomètres de Vivario, pour faire place à la diorite et à l'euphotide. Puis ce sont des serpentines, des schistes verts ou gris, ardoisés, talcqueux ou micacés, qui alternent avec des calcaires plus ou moins cristallins et dépourvus de fossiles. Toute cette partie nord-est de la Corse est un exemple frappant d'altérations métamorphiques. Je dois cependant m'arrêter sur quelques observations particulières.

Le Monte d'Oro, l'une des trois pointes les plus élevées de la Corse, est granitique. Je rapporte un minéral recueilli à son sommet le plus élevé, et dont voici les caractères :

Masse lamelleuse de teinte blanc verdâtre, cristallisant en tables quadrangulaires plus blanches, translucides, de structure finement fibreuse, se rayant très-facilement avec l'acier, contenant des petites cavités irrégulières. Insoluble à chaud dans l'acide azotique, du moins ne donnant aucune réaction avec le cuivre et l'ammoniaque. Infusible au chalumeau, soit seul, soit

avec le borax ou le carbonate de soude; changeant seulement alors sa teinte verte pour une coloration grise. Je crois que cette substance est un silicate composé peu connu; elle a été recueillie à près de 2,700 mètres.

A Corte, dans un ravin que l'on rencontre en montant aux mines de Saint-Jean, j'ai recueilli des rognons d'hématite rouge, qui s'y rencontrent, m'a-t-on dit, en assez grande quantité après les pluies; il est possible qu'il y ait, en cet endroit, un gisement de fer oligiste exploitable; j'y ai trouvé également une scorie de fer probablement fort ancienne, car on ne connaît aucun haut-fourneau dans les environs.

Dans les murs de l'église en ruine qui fait partie de l'ancienne Corte et remonte au treizième siècle environ, l'on remarque des pierres angulaires formées d'un tuf calcaire assez poreux. Cette roche est en place à quelques kilomètres à l'ouest de Corte; je la signale aux explorateurs, en regrettant de n'avoir pu en examiner le gisement; elle paraît de formation beaucoup plus récente que les calcaires secondaires du pays.

Je ne dirai qu'un mot des terrains de Bastia que M. Locard, notre collègue, ingénieur des hauts-fourneaux de Toga, étudie d'une manière complète. Ils consistent en de puissants amas de schistes serpentineux et talcqueux; cette matière éruptive qui s'étend jusqu'à la mer, à Bastia, contrairement aux indications des cartes géologiques, a soulevé et fortement incliné du nord au sud les calcaires dont je vais parler.

Ces calcaires qui se montrent à une lieue au nord de Bastia sont disposés suivant une stratification bien marquée et pénétrés d'une multitude de filets concrétionnés, résultat des infiltrations aqueuses provenant de leurs sommets. C'est dans ces couches que se trouve la grotte de Brando, à 50 mètres au moins au-dessus du niveau de la mer. Sa formation est due évidemment à la cause générale de celle des cavernes, c'est-à-dire à une fissure primitive élargie par un courant d'eau. On y a trouvé dans une gangue terreuse, peu cohérente, des ossements d'un petit mammifère (*Lagomys*) qui figurent dans la collection d'Ajaccio. La grotte de Brando ne se compose que d'une seule salle, mais en plusieurs endroits s'ouvrent d'étroits couloirs qui pourraient bien mener à d'autres grottes inexplorees. Elle présente un grand nombre de stalactites, mais peu de stalagmites; les unes et les autres sont d'un albâtre admirablement pur et transparent; ni les grottes d'Arcy-sur-Cure, ni celles de l'Ariège, ni celles des Pyrénées, n'en offrent d'aussi

beau ; ces concrétions sont du reste à l'abri des mutilations et parfaitement conservées. Un peu plus au nord, on extrait des calcaires cristallins blancs et gris que l'on taille en dalles, et dont, sous le nom de *pierre de Brando*, on fait une assez grande exportation à Marseille et en Italie.

Corte à Vico. — Je n'avais garde de laisser de côté le Niolo, que Barral appelle un *cabinet naturel de minéralogie* ; je partis de Corte pour cette excursion, et la difficulté des chemins, en retardant ma route, me permit de bien examiner les terrains. En remontant le Tavignano, sur sa rive gauche, on voit le granite reparaitre à 2 kilomètres de Corte. A la fontaine d'Argent, dans le bois de Melo, apparaît une roche verdâtre, à grain fin, fendue, sorte de trapp, qui présente ce caractère, que nous retrouvons en Corse dans la même roche et dans l'amphibolite, d'offrir des surfaces d'apparence flambée ou métallique, sur une très-petite épaisseur. Le granite se continue ensuite jusqu'au-dessus de Casamaccioli.

C'est à ce point que s'effectue la descente dans le Niolo, vallée sauvage, d'une altitude de 12 à 1500 mètres, fermée du tous côtés par des montagnes presque inaccessibles ; une heure est employée à y descendre.

Sur le chemin se voient des blocs d'amphibolite de belle espèce et de diorite compacte à feldspath rose. Près de Casamaccioli, on a trouvé, suivant della Rocca, du plomb sulfuré et du charbon fossile ; la rapidité de ma course ne m'a pas permis d'en rechercher les gisements.

De Casamaccioli à Valdoniello, le terrain reste granitique, mais on y trouve des blocs de diorite ou d'amphibolite et des fragments de porphyre rouge ou violet qui viennent de points plus élevés de la chaîne. A Valdoniello, le granite contient peu de mica, mais il renferme de larges veines de beau feldspath rose.

A peu de distance se dresse le Monte Tafonato, ainsi nommé d'un large tunnel naturel qui le traverse, en ligne droite, dans une grande longueur. Au lever et au coucher du soleil, il se produit par ce tube immense un phénomène curieux : la partie de la campagne qu'il regarde est éclairée, tandis que la montagne, servant d'écran, garde le reste dans l'obscurité. D'un point de la route forestière, l'observateur se trouve dans l'axe du tunnel ; son regard le traverse en entier et suit le passage des nuages à son autre extrémité.

Le terrain granitique se continue jusqu'à Vico ; je n'ai que

deux points à signaler. A 8 kilomètres de Vico se rencontre une fort belle syénite à feldspath rose; on en revoit de semblable à 5 kilomètres plus loin. Enfin je dois noter le beau granite blanc et dur qui sert aux constructions de Vico et se trouve à 2 kilomètres environ de cette ville.

Vico à Ajaccio. — J'ai suivi, pour rentrer à Ajaccio, la route qui passe par Arbori, Ambiegna et Casaglione; ce n'est qu'à ce dernier point que je l'ai quittée pour rejoindre celle de la mer. Jusqu'au Liamone, le granite présente de longues veines et quelques amas d'eurite; aux approches d'Arbori, l'on remarque des cristaux et des veines d'un feldspath bleuâtre et translucide. A la descente du Liamone, le granite contient d'assez grosses boules isolées d'amphibolite, recouvertes d'une croûte casante.

Le terrain n'offre rien de remarquable jusqu'à Calcatoggio. Ici le granite se mêle à de l'eurite et à de la syénite, le tout en général d'une teinte rose. On passe à proximité des carrières de granite d'Appietto, dont j'ai parlé plus haut, et l'on remarque la teinte rose que présente également le dernier contre-fort du monte Nebbio.

Ajaccio à Sartène. — Cette route traverse le granite commun grisâtre, mêlé de quelques veines d'eurite; à Olmeto se rencontre la syénite noire connue sous le nom de *Pierre de deuil d'Olmeto*; elle est, paraît-il, en trop petite quantité pour donner lieu à une exploitation régulière.

Je ne décrirai pas la coupe du terrain de Sartène à Sainte-Lucie de Tallano, qui a été relevée d'une manière fort exacte par mon éminent collègue, M. Éd. Collomb. Seulement, je crois devoir signaler une roche qui se trouve plus loin, à 1 kilomètre de Lévie: c'est une eurite fort dure, semée d'une quantité de petits cristaux de mica noir, d'un bel aspect, et qui pourrait servir à l'ornementation; elle n'est qu'en petite masse.

Sartène à Bonifacio. — Le granite, mêlé d'un peu de diorite, se prolonge jusqu'à 2 kilomètres de Bonifacio. Ici apparaît le terrain tertiaire, sous un aspect qui rappelle assez la craie blanche de Bourgogne. C'est un calcaire très-blanc, à grain fin, friable, bien stratifié et creusé, par l'action des agents atmosphériques, de larges gouttières horizontales. Lors de son apparition, il est incliné légèrement du nord au sud; 1 kilomètre plus loin, l'inclinaison est inverse, et à Bonifacio il se trouve parfaitement horizontal. Il se pourrait qu'il y eût sous le sol, à 1 ou 2 kilomètres de la ville, une grotte analogue à celles

qui se voient sur la côte et qui aurait déterminé, dans les couches, un affaissement en forme de V très-ouvert.

La roche offre le même aspect à une profondeur de 40 ou 50 mètres; mais, plus bas, elle devient fort dure, ce qui tient aux grains de quartz qu'elle renferme et qui, avec ceux de feldspath, composent au bas de la falaise la presque totalité de la roche. Cette composition indique que le granite est à une petite profondeur, bien qu'on ne l'ait jamais atteint à Bonifacio même. Or, voici l'altitude des falaises sur trois points de la ville :

	mètres.
A l'escalier du roi d'Aragon.....	63
Au surplomb.....	62,30
Au puits de la citadelle.....	62

Il s'ensuit que la puissance des couches calcaires ne doit guère dépasser 70 mètres à Bonifacio.

J'ai parlé de la grande dureté des couches inférieures; elle explique comment le surplomb n'augmente pas et comment la partie superposée de la ville n'est pas précipitée dans les flots. Il paraît, en effet, que ce danger est moindre qu'on ne le croit communément, et que l'érosion de la roche est à peine sensible; car il existe, au dépôt du génie, une carte remontant à un siècle, et qui représente la partie surplombante de la ville dans l'état même où elle existe aujourd'hui.

C'est également dans ces couches inférieures que se trouvent des dents de squales, que les gens du pays désignent sous le nom de *langues* et qu'ils prétendent être les seuls débris organiques du dépôt. J'ai cependant vu et dégagé, au pied de l'escalier du roi d'Aragon, des oursins fossiles de forme plate, malheureusement très-peu reconnaissables, à cause de la dureté de la gangue et de l'effet corrosif des vagues. Les dents de squales que j'ai rapportées, et dont je crois être le premier à signaler la présence, sont, au contraire, en bon état et paraissent appartenir à deux ou trois espèces distinctes.

Je termine ces observations par une remarque sur la grotte qui s'étend sous la citadelle et dans laquelle se trouve un petit lac d'eau douce où les habitants peuvent aujourd'hui s'alimenter au moyen d'un vaste puits. Les autres grottes du voisinage sont à large ouverture, à parois lisses, à perforation simple, et je ne fais pas difficulté d'admettre que leur creusement est dû à l'action puissante de la mer. Les anciennes relations nous représentent, au contraire, la grotte de la citadelle comme se com-

posant « d'une série de grandes salles couvertes d'incrustations « et de stalactites, et liées les unes aux autres par de petits « corridors bas et étroits. » C'est là l'exacte apparence des cavernes dues à l'action d'un courant d'eau souterrain, et je serais porté à croire que telle est l'origine de la grotte qui nous occupe. Les travaux importants qu'on y a faits ont malheureusement détruit toute apparence de stalactites et élargi les couloirs ; mais il reste un amas d'eau douce considérable et permanent qui me paraît être le produit du déversement d'un cours d'eau intérieur, beaucoup plus que des quelques infiltrations qui suintent du haut de la voûte.

ROCHES ORBICULAIRES.

Je ne crois pas qu'il y ait une contrée qui, sur une surface aussi restreinte que la Corse, offre une aussi grande variété de roches orbiculaires. Malheureusement cette grande variété a amené une grande confusion d'idées sur la nature, l'exploitation possible, l'origine et le gisement de chacune. M. Delesse, dans ses belles *Recherches sur les roches globuleuses* (1) n'a dissipé qu'en partie cette obscurité, puisqu'il ne s'attachait qu'à rechercher la formation de certaines de ces roches. Je crois donc utile de rassembler ici tous les documents que j'ai pu recueillir à ce sujet.

Toutes les roches désignées par les auteurs sous les noms de pyroméride globaire, granite ou porphyre orbiculaire, variolites, eurite globuleuse, pierre ocellée, laves oolithes, etc., se rapportent à la diorite, à l'amphibolite, au porphyre, à l'eurite, au jaspe ou au pétrosilex.

Chacun connaît la belle diorite orbiculaire de Sainte-Lucie de Tallano ; son gisement et sa composition ont été trop souvent décrits pour que j'y insiste de nouveau. Je me contenterai de donner les caractères qui la distinguent de toutes les autres roches orbiculaires. Les orbes sont tous à peu près du même volume et ont en moyenne 35 millimètres de diamètre ; si leurs dimensions paraissent souvent différentes, c'est que la section qui les découvre n'est pas centrale, ou qu'ils se sont déformés par leur pression réciproque. Jamais ils ne se pénètrent, quelque tangents qu'ils soient. Ils ont chacun, au moins une zone

(1) *Mém. de la Soc. géol.*, 2^e sér., t. IV.

périphérique blanche, bien marquée par une ligne verte. Leur dureté et leur densité sont supérieures à celles de la masse enveloppante, et c'est au poids que l'on reconnaît les fragments détachés qui renferment le plus d'orbes. Enfin, ils se détachent très-difficilement.

La roche contient des grains assez nombreux de fer sulfuré; elle est de nature homogène. Les orbes n'apparaissent que sur un rocher de quelques mètres de surface qui surgit sur la pente d'un ravin; mais, comme on n'a jamais arraché les broussailles qui croissent au pied, il est téméraire d'affirmer, comme le font toutes les descriptions, que le phénomène des orbicules est restreint à la partie extérieure.

J. Reynaud a recueilli, près de Bogognano, un bloc roulé d'une diorite moins belle, dont les orbes sont simples et de petite dimension; il n'a pu en trouver le gisement.

Je crois que c'est à la même roche qu'il faut reporter l'un des échantillons de la collection de Barral (laves-oolithes, variété 7) qu'il décrit ainsi : pâte gris de fer; globules vert clair au centre, puis formés d'une zone blanche et d'une ligne périphérique vert foncé (trouvée au Niolo).

Enfin il existe au Muséum de Paris un échantillon d'une diorite plus belle que celle de Tallano, dont elle se distingue nettement par les caractères suivants : orbes moitié plus grands; zone double ou triple; une des lignes vertes large de deux millimètres. Il est à regretter que le gisement de cette belle pierre soit inconnu en Corse; voici comment le catalogue la désigne : dioritine orbiculaire de Corse, — collection de Drée.

A Serra, au N.-E. de Sainte-Lucie de Tallano, l'on rencontre, suivant M. Pareto, de la diorite souvent *décomposée globuleusement*, c'est-à-dire d'un aspect fort différent des pierres orbiculaires précédentes.

Il en est de même d'une amphibolite que j'ai trouvée près du Liamone, à dix kilomètres de Vico (route de Sari). On voit dans le granite désagrégé des bords du chemin des boules isolées d'un diamètre de 10 à 20 centimètres. Elles sont formées d'amphibolite très-dure et foncée vers le centre, mais se divisant, à la surface, en deux ou trois enveloppes concentriques plus fragiles.

Je passe aux porphyres et aux eurites, qui présentent en Corse des variétés globulaires, sur un grand nombre de points. J'ai d'abord recherché la roche que les notices des cartes géo-

graphiques désignent sous le nom de *granite orbiculaire du Fiume Orbo*; il ne m'a pas été possible, en Corse, d'en voir un spécimen, ni de m'en faire indiquer le gisement; ce n'est qu'à mon retour que j'en ai trouvé, dans l'ouvrage de Barral, la description que voici: « à l'endroit appelé Molinacio, entre
 « Luco et la Pieve di Nazza, sur le Fiume Orbo, il y a des mon-
 « tagnes très-considérables de serpentine, dans la masse des-
 « quelles il se trouve des *variolites* formant corps avec elles.—
 « La masse totale de ces montagnes de serpentine est formée,
 « dans certaines parties, de la réunion de gros blocs arrondis
 « et parfaitement adhérents les uns aux autres par une matière
 « plus fine qui les glutine. C'est dans cette matière que se
 « trouvent les globules variolites, depuis le poing jusqu'à la
 « grosseur d'une noisette. Ces globules suivent très-exactement
 « toutes les sinuosités des joints de ces gros blocs arrondis de
 « serpentine; ils sont d'un vert plus ou moins foncé par des
 « zones concentriques, striées comme leurs rayons, tandis que
 « la matière qui les contient est plus obscure et plus homo-
 « gène. Les globules, dans leur cours, se trouvent isolés ou
 « réunis, et se pénètrent aux points de contact. La réunion de
 « plusieurs globules se convertit souvent en une espèce de *ruban*
 « *festonné*, qui circule au milieu de ceux qui sont isolés, puis
 « il se désunit et redevient globule en tout ou en partie. J'ai
 « remarqué que ces globules étaient toujours isolés dans les
 « endroits où la réunion des masses serpentines était par
 « grandes courbes, et qu'au contraire, dans les rapproche-
 « ments plus immédiats et plus tortueux, les globules se réu-
 « nissaient. Quand de petits noyaux de serpentine se sont trouvés
 « entre les joints des grosses masses, ils ont été enveloppés, pa-
 « rallèlement à leur pourtour, par la matière des globules va-
 « riolites.

« Au milieu des joints, les globules variolites sont d'une
 « matière très-fine et d'une couleur tranchante; plus ils s'en
 « éloignent, plus ils participent du fond qui les contient et avec
 « lequel les globules finissent par se confondre.

« Les globules variolites, frappés avec l'acier, donnent des
 « étincelles, et je les crois de nature quartzreuse; le fond n'en
 « donne pas; l'un et l'autre sont inaccessibles aux acides ».

Quelle est cette roche, dont le gisement est aujourd'hui ou-
 blié, et que le vieil auteur décrit d'une façon si minutieuse? Les caractères que j'ai soulignés la séparent invinciblement des diorites orbiculaires, avec lesquelles elle paraîtrait d'abord

avoir quelque ressemblance. Il me paraît au contraire qu'elle se rapproche entièrement des porphyres variolites, et je crois qu'elle n'est autre chose qu'un mélaphyre à pâte fine, à nodules quartzifères, d'éruption postérieure ou concomitante de celle de la serpentine qu'elle enveloppe.

Des porphyres bien définis, globuleux, se rencontrent dans la Stretta (vallon) de Marzolino, appelée aussi, sur les cartes, Bocca di Marsalina, sur la route de Vico à Calvi, à trois lieues de cette dernière ville. Les échantillons de la collection d'Ajaccio sont à pâte violet clair, semée de nombreux globules violet foncé de la grosseur d'un pois. Barral possédait cinq variétés de porphyres du même endroit, à pâte grise, jaune ou rougeâtre, à globules toujours petits, rouges, violet foncé ou noirs, souvent confondus, et quelquefois striés.

Plus au sud, à Galeria, près du golfe, l'on rencontre un autre porphyre globuleux. Plus bas encore, aux environs du golfe de Girolata, la roche devient presque entièrement euritique, à pâte blanc jaunâtre, à globules de trois à cinquante millimètres de diamètre, ne se distinguant du fond que par leur centre, leur circonférence et leurs rayons de couleur brune (coll. d'Ajaccio). Toutes ces roches sont fort dures, et ne sont guère susceptibles de se désagréger ni de s'altérer.

Au sud-est de ce lieu, à Cuzzo, se trouve un porphyre plus facilement décomposable, à pâte grise, à orbes de plusieurs centimètres de diamètre, de même teinte que le fond, mais qui s'en détachent aisément (coll. d'Ajaccio).

Le Niolo renferme également beaucoup de porphyres globuleux. Barral en indique dix variétés à pâte grise, jaune ou violet clair, à globules petits, rouges, violets ou noirs, parfois réunis et parfois striés. Cet auteur en marque une autre à pâte grise, à globules rouges, feldspathiques, comme venant spécialement de la montagne de Baglia Orba. Je la crois différente de celle de la même localité, représentée dans l'ouvrage de M. l'abbé Galetti ; dans celle-ci, les orbes ont de un à trois centimètres de diamètre ; ils sont régulièrement striés, ou plutôt formés de zones concentriques de cristaux, disposés comme les pétales étroits de certaines fleurs.

Barral indique encore un porphyre à fond rouge, à globules confondus, comme venant de Tiraguella ; je n'ai pu retrouver cette localité.

Enfin J. Reynaud a signalé en ces termes une eurite globuleuse à Vico. « Le granite est traversé par une quantité de

« filons euritiques très-considérable, surtout dans la partie « septentrionale; près de Vico, on en rencontre quelques-uns « qui se délitent en boules juxtaposées, de diverses dimensions, « et donnent lieu à cette roche qu'on nomme pyroméride glo-
« baire. »

Barral a recueilli aussi, dans le Niolo (1), cinq ou six variétés de jaspes (pétrosilex?) présentant des globules ou des rognons blancs ou rouges, ce qui pourrait les faire rentrer dans la catégorie des roches orbiculaires.

Je n'ai point à revenir sur la théorie de la formation de ces roches curieuses; elle est aujourd'hui connue, grâce aux patientes recherches de M. Delesse. On sait que ces accidents sont dus à une cristallisation effectuée autour d'un centre et gênée par la présence de certaines substances.

MINES ET EAUX MINÉRALES.

Gisements métallifères. — J'ai cru devoir grouper ici tout ce que l'on connaît aujourd'hui sur les gîtes métalliques de la Corse, non-seulement parce que cette recherche intéresse à un haut point l'avenir de ce pays, mais parce qu'elle mène à des résultats intéressants, au point de vue de l'alignement de ces gîtes.

Il résulte du rapport de M. Kovciarowitz, auquel j'emprunte en partie ce qui suit, qu'en 1865 il y avait en Corse onze mines métalliques concédées et exploitées.

L'antimoine sulfuré ou oxydé s'exploitait à Meria, Luri et Ersa, dans le cap Corse; le fer oxydulé, à Farinole; le plomb sulfuré, à l'île Rousse, à Argentella, près d'Orsipero et à Prato; le plomb et le cuivre, à Tartagine; le cuivre sulfuré à Linguizetta, Castifero et Ponte Leccia.

L'ancienne mine de plomb sulfuré de Barbaggio est aujourd'hui inexploitée; on a reconnu également la galène à Moncale, Calacuccia, Lozzi, Albertacci, Corscia, Casamaccioli et Calenzana où le minerai est argentifère, le fer oligiste ou oxydulé à Ota, Poggio, Venzolasca, Corte, Olmeta, dans la vallée de Chioni et près des golfes de Porto et Sagone, l'antimoine oxydé ou sulfuré à Valle d'Alesani et à Vico, l'arsenic sulfuré à Vico.

(1) Principalement dans un vallon appelé *valle dello Stagno*, où le même auteur signale des formations siliceuses intéressantes qui paraissent provenir d'un dépôt aqueux.

L'anhracite existe, paraît-il, sur la côte occidentale, à Osani ; si cela est, les terrains primaires sont représentés en Corse. On a trouvé également du charbon minéral, probablement des lignites ou de la tourbe, à Evisa et Ota (arr. d'Ajaccio), et à Calacuccia, Albertacci, Casamaccioli, Corscia et Lozzi (arr. de Corte).

La plupart des gîtes que je viens d'indiquer ne sont probablement pas susceptibles d'une exploitation régulière; il est cependant regrettable que le défaut de communications et le peu de ressources du pays n'aient pas permis, dans la plupart des cas, de s'en assurer.

Ces recherches seraient d'autant plus faciles que les gîtes métallifères se trouvent réunis suivant des directions très-reconnaissables. Ces directions, parallèles entre elles, correspondent à celles des trois chaînes longitudinales de la Corse, qui commencent au nord, l'une par la Serra di Pigno (Ersa, Meria, Luri, Olmeta, Farinole, Barbaggio), la seconde par la Serra de Tenda (Castifao, Ponte-Leccia, Prato, Corscia, Corte, Valle d'Alesani, Linguizetta), la troisième par les montagnes de Frontagna (île Rousse, Calenzana, Tartagine, Lozzi, Albertacci, Casamaccioli, Vico). On peut constater ces trois alignements sur l'esquisse qui accompagne cette note ; cette esquisse montre également que tous les gîtes métallifères se trouvent groupés dans la moitié nord de l'île.

Eaux minérales. — Les terrains granitiques éruptifs ou métamorphiques de la Corse donnent naissance à de nombreuses sources minérales, la plupart d'une température élevée. Je crois devoir les signaler rapidement, d'après le rapport étendu de M. Constantin James, en indiquant exactement leur situation et la nature des terrains d'où elles sortent.

Dans le Fiume Orbo, à Pietrapola, il se trouve une dizaine de sources sulfureuses d'une température de 32° à 58° ; elles sont à peu de distance de la limite granitique, dans les terrains secondaires, et contiennent du sulfure de sodium, des sels alcalins, des chlorures et beaucoup de barégine.

A Puzichello (arr. de Corte, canton de Vezzani, commune d'Antisanti), dans les terrains secondaires, surgissent deux sources sulfureuses, contenant de l'acide sulfhydrique libre, des sels de soude et de magnésie, beaucoup de barégine et une matière bitumineuse ; ces eaux sont froides.

Guitera est à quatre kilomètres sud-ouest de Zicavo. On y a trouvé des sources sulfureuses chaudes ; une seule est utilisée ;

sa température est de 48°. « A quelques pas de là se trouve une « prairie où sourdent de tous côtés des courants d'eau sulfu- « reuse dont la température varie de 40° à 50°. Ces courants « communiquent au sol une chaleur telle que, pendant la sai- « son des foins, les faucheurs, dont l'habitude est de travailler « pieds nus, sont obligés de changer de place à chaque in- « stant.» Je ne crois pas que cette eau ait été encore analysée; on sait seulement qu'elle contient et laisse déposer beaucoup de barégine; elle sort du granite.

Plusieurs sources sulfureuses, d'une température de 35°, se rencontrent à Caldaniccia (arrondissement d'Ajaccio, canton de Sarrola-Carcopine, commune de Mezzana); elles paraissent contenir de l'acide sulfhydrique libre.

Les bains de Guagno, qui ne se trouvent qu'à dix kilomètres de Vico, sont bien connus. Les eaux proviennent de deux sources qui renferment du sulfure de sodium, des sels de soude, de potasse et de chaux, de la silice et beaucoup de barégine. Elles surgissent du granite.

A Orezza se trouvent deux sources renommées, à la fois ferugineuses et gazeuses; elles contiennent pour mille grammes d'eau :

0^{gr},128 de carbonate de fer.

1^{lit},248 d'acide carbonique.

elles sont donc, sous les deux rapports, plus riches que les eaux de Spa, les plus chargées que l'on connût.

On signale encore des sources minérales à Baracci, à Saint-George et à Tallone. Je n'ai pu retrouver les deux premières localités; Tallone est dans l'arrondissement de Corte et le canton de Moita; les bains froids qui portent son nom se trouvent à trois lieues environ de la côte orientale.

La plupart de ces sources, surtout celles du Fiume-Orbo, de Guagno et d'Orezza sont très-abondantes, et leur richesse en principes minéraux les rend d'une grande efficacité; malheureusement il y a la mer à traverser pour s'y rendre, et cet obstacle empêchera qu'elles aient jamais la vogue des eaux d'Allemagne ou des Pyrénées.

Tels sont les documents géologiques que j'ai pu réunir sur la Corse. Puissent-ils contribuer à attirer sur cette contrée pleine d'intérêt celui de la science et de l'industrie! Je suis fermement convaincu qu'une grande partie de l'avenir de la Corse réside dans ses richesses minérales.

Le Secrétaire présente la note suivante de M. de Vignet :

Note sur une simple question de statique ;
par M. de Vignet.

Les géologues de la génération présente ont, en général, abandonné le champ de la théorie pour rassembler patiemment le plus grand nombre possible d'observations, laissant à leurs successeurs le soin d'en tirer des conclusions. C'est certainement très-sage. Cependant, si, tout en cherchant des faits nouveaux, nous rencontrons sur notre chemin l'explication naturelle d'un groupe de faits parfaitement établis et incontestés, il doit nous être permis de l'enregistrer pour le soumettre à la discussion.

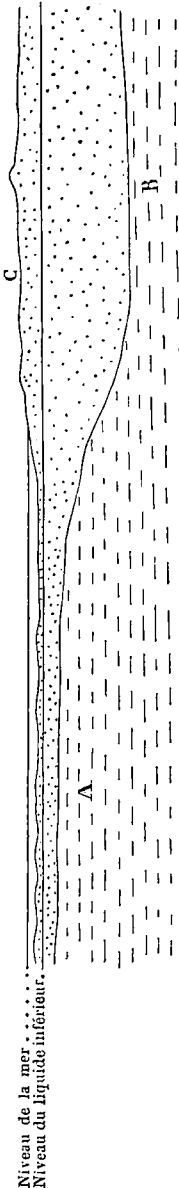
S'il y a, en fait de géologie, quelque chose d'établi et d'incontestable, ce sont certainement les propositions suivantes :

1° La terre est formée d'une matière minérale à l'état de fusion ignée, peut-être même avec l'intervention de l'eau à une température et à une pression très-élevées ;

2° Cette matière, en se refroidissant, a formé à la surface une couche solide de peu d'épaisseur ;

3° Quelques parties de la surface se sont élevées au-dessus du niveau général, tandis que d'autres se sont enfoncées et ont été recouvertes par les eaux ; puis les parties submergées se sont soulevées à leur tour, et ainsi de suite.

Or, pour que ces différentes parties, qu'on peut décomposer en prismes verticaux, puissent se tenir en équilibre à leurs altitudes respectives, il faut évidemment que, comme pour tous les corps flottants, le poids du liquide déplacé soit égal à celui du corps entier, en d'autres termes : que la partie émergée du prisme soit équivalente à l'augmentation de volume qu'il a éprouvée en passant de



Niveau de la mer
Niveau du liquide inférieur.

l'état liquide à l'état solide. Comme cette augmentation est minime, la profondeur du prisme, au-dessous du niveau moyen liquide, sera un multiple très-élevé de sa hauteur au-dessus de ce même niveau. Cette disposition, analogue à celle de la glace flottant sur l'eau, est indiquée dans la coupe ci-contre, mais avec exagération de hauteur de la partie supérieure.

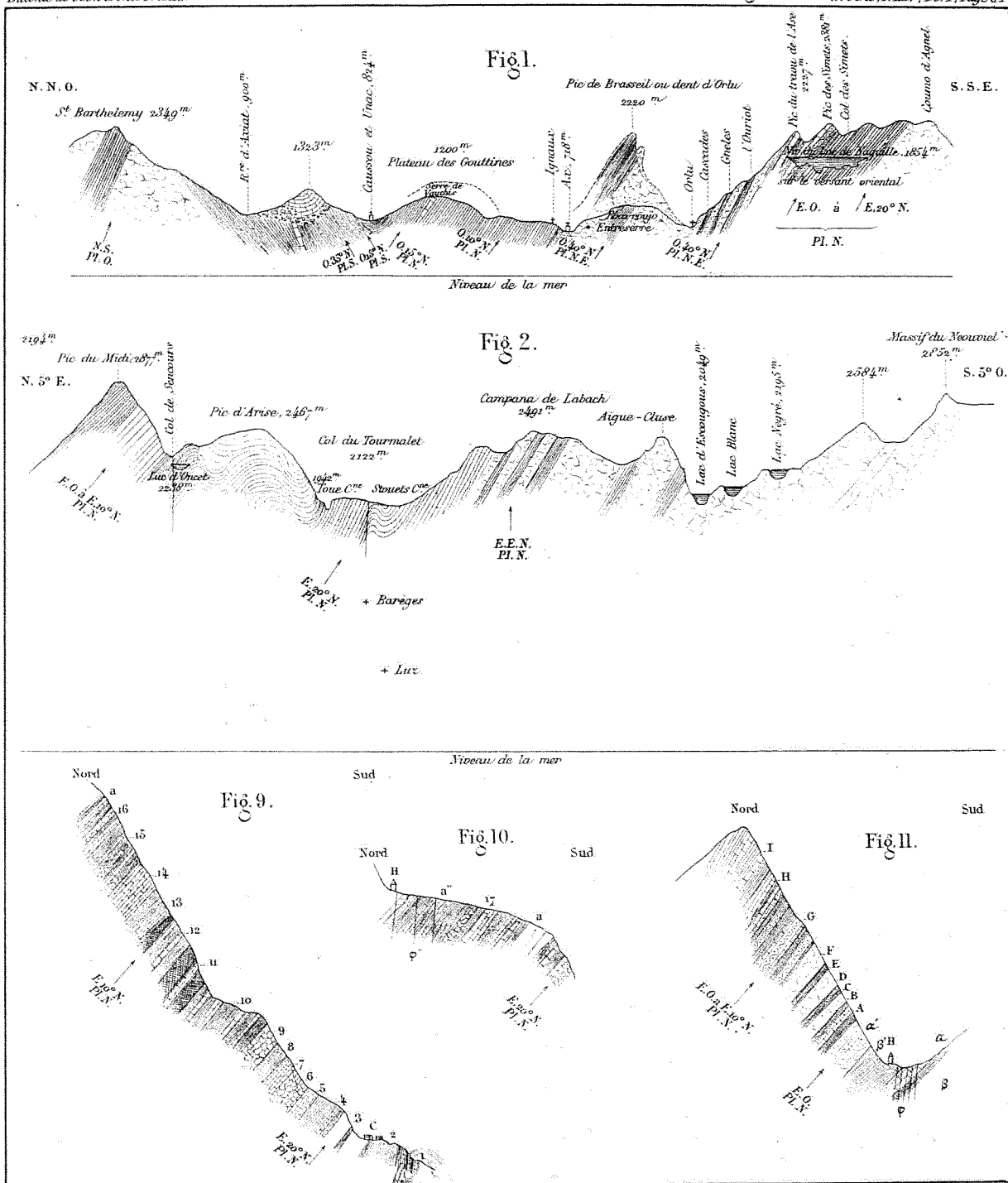
Cela posé, il s'agit de chercher les causes qui ont produit les oscillations de la couche solide. Il ne peut être question ici de l'accumulation des dépôts terrestres au fond de la mer ; car ces dépôts auront bien pu, par un mouvement de bascule, exhausser les terrains déjà émergés, mais, par la même raison, ils auront été un obstacle à l'émission de nouveaux continents (1).

En étudiant la coupe idéale ci-dessus, on remarque que, dans la région A, placée au-dessous d'une mer, le liquide central se trouve très-rapproché de l'atmosphère terrestre, et doit, par conséquent, se refroidir plus rapidement que dans la région B, située sous un continent. Ce refroidissement est parfaitement accéléré par la présence de l'eau de la mer, dont l'évaporation, les courants et la circulation moléculaire verticale enlèvent au fond une quantité énorme de calorique. En se refroidissant le liquide de la région A se solidifie, diminue par conséquent de densité et soulève le fond de la mer, qui se répand alors sur les contrées voisines C. Sous cette surcharge, les masses continentales s'affaissent, et leur partie inférieure, replongée plus bas, se liquéfie au contact de couches liquides plus chaudes.

La lenteur avec laquelle le refroidissement se propage au travers des couches solidifiées, fait qu'il continue encore en dessous, lorsque sa cause principale, la présence de l'eau, a, depuis longtemps, cessé d'agir à la surface ; de même, le mouvement ne recommencera en sens inverse, que lorsque le refroidissement, qui se produit sous les nouvelles mers, aura atteint le liquide intérieur.

Comme l'épaisseur de la couche solide augmente à chaque oscillation, le mouvement alternatif a dû évidemment se ralentir peu à peu et s'opérer sur de grandes surfaces, jusqu'à ce que la résistance de cette couche au passage du calorique et sa cohésion aient annulé tout mouvement appréciable, ce qui semble conforme aux résultats de l'observation.

(1) Pour simplifier, j'applique également ce nom aux îles d'une étendue importante.



Dramé et de Arrol f^{re}

Paris, Imp. Bouché.

Il ne faut pas perdre de vue que les épaisseurs dont il s'agit ici sont très-faibles en comparaison des surfaces. En effet, un plateau de 500 mètres de hauteur, ou une mer de même profondeur peuvent se représenter par une feuille de papier très-mince appliquée sur une sphère d'un mètre de diamètre.

En partant des mêmes principes, on explique facilement le plissement des couches stratifiées qui forment l'épaisseur de l'écorce terrestre, l'apparition des roches éruptives et les autres phénomènes du même genre ; mais ici, les faits étant plus compliqués, les conclusions qu'on peut en tirer sont moins assurées. Je préfère donc m'arrêter à temps, pour éviter le terrain des hypothèses où il est facile de s'égarer. Pour qu'une théorie soit admise, il ne suffit pas qu'elle soit possible, ou même probable, il faut qu'elle soit nécessaire, c'est-à-dire qu'on puisse affirmer que les choses n'ont pas pu se passer autrement, ce qui n'est pas toujours facile à démontrer.

Étude du terrain stratifié dit Laurentien ou Antésilurien, dans l'Ariège et dans les autres parties des Pyrénées ; par M. F. Garrigou (Pl. I).

Depuis que les auteurs de la Carte géologique de la France ont indiqué dans le Nord-Ouest de la France des gneiss stratifiés inférieurs aux plus anciennes assises du terrain silurien, cet horizon nouveau de roches déposées dans le sein des mers primitives a été étudié dans diverses parties du globe. Le Dr Emmons, découvrant ce niveau géologique dans les États-Unis, lui donna le nom de *taconique* ; les savants du « *Geological Survey*, » dans le Canada, le baptisèrent du nom de *laurentien* ; sir R. Murchison en fit autant en Angleterre et en Écosse du terrain cumbrien, et M. Gümbel conserva le nom de *laurentien* aux couches antésiluriennes qu'il avait étudiées en Bavière et en Bohême avec M. Murchison.

Ce terrain de dépôt, originaire des premières phases géologiques de notre planète et de découverte si récente, existe dans les Pyrénées. C'est dans l'Ariège que je l'ai découvert, et ce n'est qu'après l'avoir soigneusement étudié dans mon département que j'ai entrepris de poursuivre ses couches dans le reste de la chaîne.

La série la plus complète de cet ensemble de roches, sur lesquelles repose le terrain silurien, nous a été donnée par les

géologues du Canada (1). Je rappellerai que, prenant le terrain silurien comme point de départ, ils ont cru devoir faire les divisions suivantes :

Silurien supérieur.
 — inférieur.
 Huronien.
 Laurentien supérieur.
 — inférieur.

Ces trois derniers terrains forment ce que ces géologues ont appelé le groupe de Québec.

Je donne aux couches que je vais décrire le nom de terrain Laurentien, pour des motifs faciles à comprendre ; j'ai pu, dans les vitrines du « *Geological Survey*, » à l'Exposition universelle, comparer les roches laurentiennes des Pyrénées avec celles du Canada. J'ai trouvé de tels rapports lithologiques entre les échantillons que j'avais apportés du midi de la France et ceux appartenant au laurentien des environs de Québec, que j'ai cru devoir conserver ce nom au terrain découvert dans les Pyrénées.

Avant d'entreprendre la description des couches laurentiennes, je crois utile de montrer, dans l'Ariège, l'existence du terrain silurien supérieur et du terrain silurien inférieur, comme base de ma démonstration.

Pour le premier, il n'y aura pas la moindre difficulté, puisque j'y ai découvert des fossiles (Saint-Genès, au-dessus du village de Celles), parmi lesquels les Orthocères et la *Cardiola interrupta*. Ce terrain silurien supérieur se compose d'alternances de schistes argileux, de brèches et de puissantes assises calcaires (2). Les principaux gîtes des minerais de fer de l'Ariège sont enclavés entre les couches calcaires de cette partie supérieure du silurien.

Le silurien inférieur existerait d'après M. J. François dans l'Ariège et dans les environs de la mine de Rancié, au N. du Sarradel et de Sistra ; il y serait formé par des schistes ardoisiers, marchant dans un sens complètement différent de celui du terrain métallifère (silurien supérieur) de la vallée. Ces

(1) Qu'il me soit permis de remercier ici le D^r Sterry-Hunt, à l'obligeance duquel je dois les connaissances que j'ai pu acquérir sur le terrain à peu près inconnu à la description duquel il a largement participé pour le Canada.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. XXII, p. 508.

schistes ardoisiers, encore sans fossiles, forment une bande très-nette, facile à suivre pas à pas dans le département tout entier, jusque dans la Haute-Garonne, et complètement indépendante du terrain silurien supérieur partout reconnaissable à ses fossiles, à sa composition, à sa direction, et sous lequel il passe visiblement à Vic-de-Sos (Ariège).

D'une manière générale, le silurien inférieur des Pyrénées, schisteux, ardoisier, souvent calcaire, s'imprègne quelquefois de quartz dans sa partie supérieure pour fournir des schistes quartzeux; plus bas il devient efflorescent par suite de la décomposition des pyrites qu'il contient en abondance; il forme alors du beurre de montagne et contient quelquefois des macles; souvent on le voit devenir graphitique et quartzeux. Les schistes efflorescents persistant encore s'imprègnent complètement de quartz qui y forme des lentilles et des amas; ils prennent l'aspect rubané et forment alors un niveau ayant souvent plus de 50 mètres d'épaisseur, que j'ai pu suivre dans les Pyrénées, partout où ce terrain se montre, et avec des épaisseurs variables; au-dessus et au dessous de cette couche de schistes quartzeux existent des passages insensibles de ces schistes au micaschiste, au gneiss et au granite qui s'y trouve ainsi enclavé en couches; chose fort importante, il existe dans ces couches schisteuses du terrain silurien inférieur, vers le niveau des schistes rubanés, des masses épaisses de macles (andalousite), comme dans le terrain silurien inférieur du N. O. de la France. Enfin, les granites se dessinent au-dessous de ces alternances, et c'est au milieu de ces granites que se trouvent les terrains cumbrien et laurentien que je vais décrire.

Nous verrons en changeant de localités que le laurentien occupe toujours stratigraphiquement la place que je lui indique par rapport aux terrains supérieurs, c'est-à-dire que dans les Pyrénées ce laurentien est complètement enclavé au milieu des gneiss et des granites eux-mêmes parfaitement stratifiés.

Ariège. — Région d'Ax. — 1^o Coupe N. N.-O. au S. S.-E. (Pl. 1, fig. 1). — *Silurien supérieur.* — Ce terrain n'est pas apparent à Ax même. Mais si l'on monte d'Ax à Prades par les Gouttines, on trouve, à la montée du port, des schistes carburés noirs, servant d'assise à des couches calcaires qui se développent un peu plus haut. Ces schistes occupent par rapport aux terrains inférieurs une place qui les assimile complètement aux schistes carburés de Luchon, rangés par les fossiles dans le silurien supérieur, comme nous le verrons plus loin. En allant

d'Ax au port de Pailhères, ces mêmes schistes carburés occupent la même position par rapport aux terrains inférieurs; de plus, ils sont surmontés ici par des calcaires dolomitiques visibles au port et à la descente vers Mijanés, de même que les schistes de Saint-Genès près de Celles et de Labat (pied N. des montagnes de Tabé) (schistes siluriens supérieurs avec *Cardiola interrupta*). Ces lambeaux du silurien supérieur reposent en stratification discordante (N. N.-E., plong. E. S.) sur le silurien inférieur que je vais décrire et qui marche O, 12° N. avec un plongement N.

Silurien inférieur. — Si nous descendons de la serre de Vaychis et du plateau des Gouttines à Ax, après être parti d'Unac ou de Caussou, nous aurons constamment marché sur ce terrain. Sa partie supérieure plissée en fond de bateau à Unac est formée par des schistes ardoisiers plongeant N. contre les granites du centre de la chaîne, et plongeant S. contre les granites du Saint-Barthélemy; la direction moyenne de ces schistes est de O, 10° à 12° N. En se rapprochant du granite de la chaîne centrale vers Ax, on trouve ces schistes passant au calcaire dont une mince couche est enclavée dans leur masse. Plus bas, les pyrites abondent, les schistes deviennent efflorescents, passent au quartzite en ruban, au micaschiste, au gneiss, au granite. Cette dernière roche, avant de se dégager complètement à Ax, fournit plusieurs alternances dans cette dernière formation (Pontil, Ignaux, Carboundade, Rivelasse, Ascou, etc.). On peut les regarder comme appartenant à cette même époque silurienne, car elles marchent toujours à peu près O, 12° N., le plongement restant aussi vers le N.

Si, d'Ax, abandonnant le silurien inférieur, nous franchissons les crêtes d'Entresserre par la métairie de ce nom et le chemin de la Roco-Roujo, pour aller dans la vallée d'Orlu, nous trouvons quelques alternances de schistes aluno-ferrugineux dans les masses de granite, et aussi quelques assises minces et parfaitement stratifiées d'une roche feldspathique, d'une sorte d'eurite; le granite lui-même apparaît complètement stratifié dans son ensemble. Les couches courent vers l'O, 40° N. et le plongement est au N.-E. presque vertical. La plus épaisse couche de ces schistes aluno-ferrugineux, passant aussi au phyllade, forme la Roco-Roujo et le pic de Bresseil, ou dent d'Orlu (Pl. I, fig. 1), situé sur un plan plus à l'E.

Le pied des montagnes qui limitent au N. et au S. la vallée d'Orlu est formé par un granite souvent à grain assez grossier,

dur, compacte, à mica noir, quelquefois amygdaloïde, aspect qui provient de la présence de cristaux de feldspath blanc. Ce granite plonge sous les schistes phylladiens aluno-ferrugineux de Brasseil. Au-dessus des cascades d'Orlu, sur le versant N. E. du pic du Traou de l'Azé, à l'endroit dit *la Cloutade*, on trouve dans le granite de nouvelles alternances de schistes alumineux durs, passant au micaschiste, au gneiss et au granite ; on y voit des indices de roches ophitiques. Ces alternances se continuent jusqu'au *mountadou de la Tutado* où la stratification est des plus nettes, tant dans les calcaires que dans les roches granitiques. Ici les strates calcaires sont excessivement fines et comme cariées au voisinage du granite. A la *fount des Amarels* et dans les bas-fonds de cette localité les alternances abondent et sont très-quartzeuses. Il y a de véritables bancs d'un poudingue ou plutôt d'un conglomérat quartzeux avec quelques *très-rares* éléments calcaires.

En montant toujours on arrive au *Penel de Gnoles*. Là, les calcaires se dessinent assez abondants. Ils sont soit marno-quartzeux et compactes, soit cristallins saccharoïdes et durs. Le tout marche encore O, 40° N. avec un plongement N. E.

Sur plusieurs points, avant d'arriver au Penel de Gnoles, on a quelques contournements dans les schistes, les alternances et même les granites dont la direction oscille autour d'E. O., mais l'orientation générale est bien de O. 35° à O, 40° N., le plongement étant toujours au N. E.

Dans les parties que je viens de traverser, depuis les cascades d'Orlu, les plissements partiels sont tellement multipliés quelquefois qu'on a des points ainsi contournés. Ces contournements

Fig. 3.



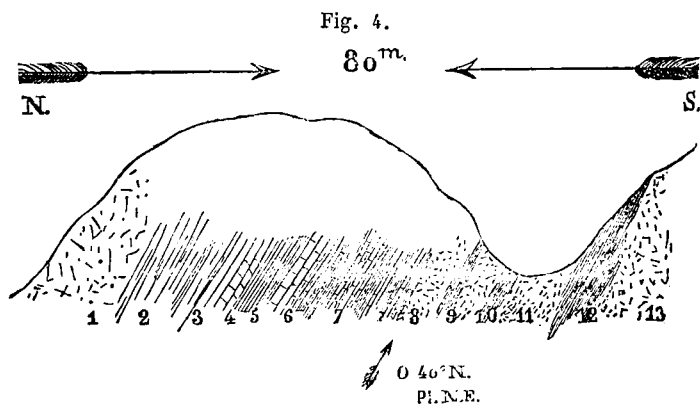
et l'aspect physique des roches dans lesquelles les parties les plus dures font saillie se retrouvent sur plusieurs affleurements du même terrain : à Mercus (Ariège), au Pic du Midi de Bigorre, au col du Tourmalet, etc.

L'absence des éboulis et de la végétation m'a permis de voir au Penel de Gnoles la coupe suivante :

Allens du N. au S.

1. Granite à mica noir.
2. Gneiss.
3. Gneiss et roche talcqueuse.
4. Calcaire compacte et cristallin.
5. Schiste micacé et granite.
6. Calcaire marmoréen blanc.
7. Alternances de schistes, calcaires et granites, les premiers avec rognons de feldspath.
8. Granite avec passages au micaschiste et au schiste argileux.
- 9, 10, 11, 12. Alternances des roches précédentes dans le granite.
13. Granite.

Le tout sur une longueur de 80 mètres.



Direction exacte des couches, O. 40° N. Plongement au N. E. La masse des roches formant les strates de la coupe précédente se prolonge à l'O. de manière à former le pic du Traou de l'Asé.

A l'Ouriot, au-dessus du Penel de Gnoles, le granite se dégage, toujours à mica noir à grain fin, quelquefois syénitique. Quand on a passé ce point, on trouve dans le granite des filons d'une pegmatite à mica blanc, avec grenats roses et tourmaline.

Souvent la roche en filon est une vraie roche feldspathique avec quartz et sans mica.

Depuis l'Ouriot jusqu'à l'entrée de l'étang de Naguilles se dressent verticalement des couches de granite à mica noir avec quelques alternances de micaschiste et de gneiss. On voit aussi avec ces roches diverses des bancs de pegmatite qui m'a semblé dépourvue de tourmaline. La direction de la base de ces dernières alternances est de E. O. avec un plongement N.

Dès qu'on arrive à l'entrée de l'étang on voit se dessiner une série d'alternances rappelant celles de Gnoles, seulement plus puissantes et accompagnées d'une épaisse formation de schistes feldspathiques très-durs, comme striés, passant à la phonolite et se terminant par une assise très-épaisse de schistes argileux, friables, gris bleu, se désagrégeant à l'air, contenant seulement à certains niveaux des macles, passant au mica-schiste vers la base, puis au gneiss et au granite au S. du chemin conduisant verticalement de l'extrémité S. de l'étang de Naguilles aux crêtes O. Ce sentier s'appelle chemin du Couilladou d'Estanderou.

Le granite se dégagant à la base de tout l'ensemble que je viens de décrire est tout à fait différent de celui de la partie supérieure. Il est blanchâtre, à mica noir et blanc, se désagrégeant facilement et donnant un aspect gris blanc à tous les sommets de la région. Il se transforme facilement en kaolin.

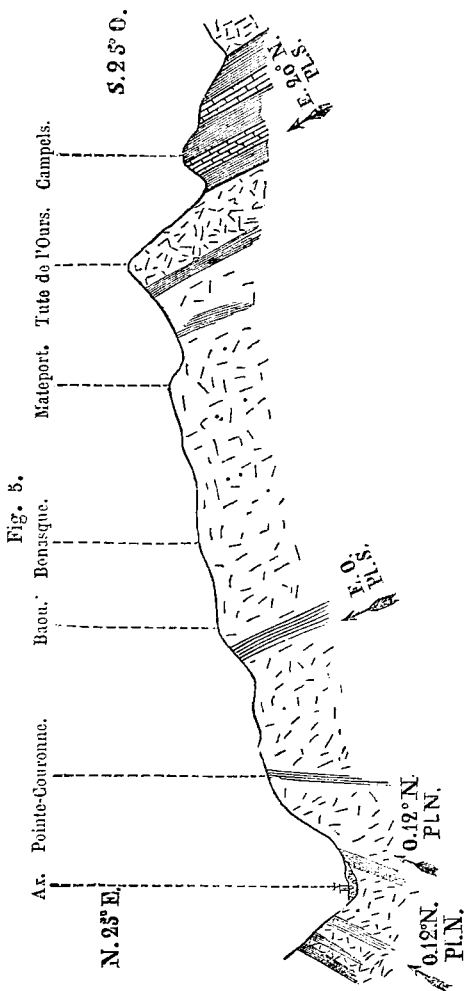
Tandis que l'ensemble des roches décrites depuis Entreserre, au sud d'Ax, jusqu'à l'Ouriot, avait une direction constante, celle de O. 40° N. avec un plongement N. E., les couches intragranitiques comprises entre l'Ouriot et les crêtes de Coumo d'Agnel ont une direction très-marquée de E. O. à E. 20° N., le plongement étant toujours au N. Il y a donc des différences notables quant aux époques de leur dépôt et de leur redressement, 1° entre le silurien inférieur, ou du moins les schistes que je crois appartenir à ce terrain, au nord d'Ax, 2° les alternances granitiques comprises entre Entreserre et l'Ouriot, 3° la formation stratifiée calcaire et schisteuse de Naguilles, entre l'Ouriot et Coumo d'Agnel. Je vais essayer de le montrer.

Pour cela nous allons suivre une coupe menée par Ax dans la direction N. 25° E., ainsi que le représente la figure 5, p. 104.

Cette coupe conduit directement vers le lac du Comté, situé au S. de la Tute de l'Ours, et passe sur ce pic.

Nous avons vu à Ax toutes les couches siluriennes alternant avec le granite plonger de la façon la plus régulière vers le N. avec une direction O. 12° N. Cette marche de la stratification peut se voir nettement encore au pied de la montagne de *Pointe-Couronne*, dans les micaschistes qui sont au-dessus de la métairie de M. Boyé. Mais, dès que l'on franchit le granite du versant N. de cette montagne, granite à mica noir, dur, compacte, résistant, on rencontre un granite friable à mica blanc, à larges cristaux, se transformant presque partout en kaolin. Ce

granite rappelle de suite celui des sommets du S. de Naguilles. Le kaolin est assez abondant ici aussi pour donner une couleur blanche à tous les éboulis, surtout à ceux qui sont ravinés par la pluie ou par les bois qu'on fait glisser du haut de la montagne.



Un fait des plus curieux, c'est de voir, au lieu dit Baou, au-dessus de Pointe-Couronne, le granite stratifié marcher à peu près E. O. et plonger franchement de 45° au S. De Baou jusqu'à la Tute de l'Ours la végétation ne permet pas de voir partout la roche; cependant il est possible de reconnaître au-dessus de la seconde Bazerque et au pied du plateau de Bonasque des roches feldspathiques et quartzieuses stratifiées, plongeant aussi au S. Au Saquet on voit quelques alternances de gneiss et de mica-schistes dans les granites. Enfin, au pied S. de la Tute de l'Ours, apparaissent à Campels des alternances rappelant exactement celles de Naguilles renversées. Elles marchent E.

20° N. et plongent au S. comme le reste de la formation; plus loin, le granite les recouvre et occupe les crêtes élevées et les pics d'Albe, de Castille, etc.

Coupe N., 20° O. S., 20° E. Entre la coupe passant par

Naguilles et Ax et celle que je viens de mener par Ax et la Tute de l'Ours, je pourrais en conduire une troisième N. 20° O. passant par le village de Petches, le Liata, le col de Joux, celui de Surle, le lac d'Aiguelongue, qui aurait montré les mêmes assises de la formation intra-granitique, marchant E. 10° à 15° N., avec un plongement S., tandis que les couches d'Ax, que je rapporte au silurien inférieur, conservent toujours leur plongement N. et la direction O. 12° N.

Ainsi nous aurions sur ces points un renversement des couches intra-granitiques. Les granites de la base se montrent au N., tandis qu'à Naguilles ils se montrent au S.

Il reste donc évident pour moi que les masses stratifiées, schisteuses, avec granite à la base, au N. d'Ax, ayant une *direction constante* O. 12° N. et un *plongement* constant au N., ne datent pas de la même époque géologique que les granites et les alternances intra-granitiques situées au S. de la même localité (Ax), puisque ces dernières formations ont, l'une une *stratification dirigée* E. 10° à 20° N., avec un plongement tantôt N., tantôt S., l'autre, une direction O. 40° N. avec un plongement au N.

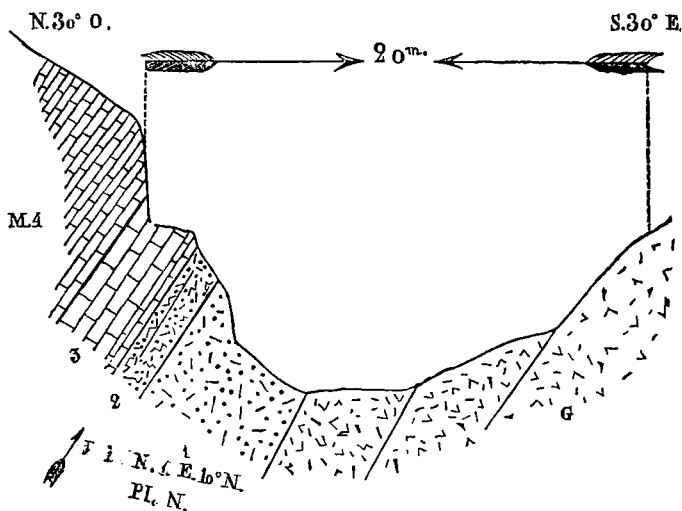
J'ai donc raison de donner à ces terrains le nom de terrains antésiluriens ou de laurentiens. Je discuterai plus loin la place que leur assignent les directions de leurs strates étudiées d'après le système des montagnes de M. Élie de Beaumont.

Région de Tarascon. — Pour retrouver ici le terrain silurien, il faut entrer dans la vallée de Celles et monter le flanc N. des montagnes de Tabes. Là, à la métairie de Saint-Genès, ainsi que sur les bords de la route de Foix, à la roche de Saint-Antoine, j'ai, le premier (1), trouvé des Orthocères accompagnés de divers autres fossiles et surtout de la *Cardiola interrupta*. Au-dessous de ces assises, rien n'a pu me faire encore soupçonner la présence du terrain silurien inférieur; le supérieur seul est visible et s'appuie directement contre le granite. C'est dans ce granite parfaitement stratifié, contenant avec des gneiss des couches de roches feldspathiques complètement décomposées et donnant lieu à des exploitations de kaolin, que se trouvent les alternances de calcaire, de schiste, de granite que je vais décrire. Pour avoir un ensemble bien net il faut avoir deux coupes: l'une (fig. 6), prise dans le lieu dit Clot de Labarthe, au sud du village de Mercus, sur la rive droite de l'Ariège, 4 kilomètres en aval de Tarascon, l'autre, (fig. 7), entre les

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. XXII.

villages d'Arignac et d'Amplaing, sur la rive gauche du même cours d'eau, presque en face de Mercus, au N. de la métairie du Radel d'Ussat.

Fig. 6.
Clot de Labarthe.

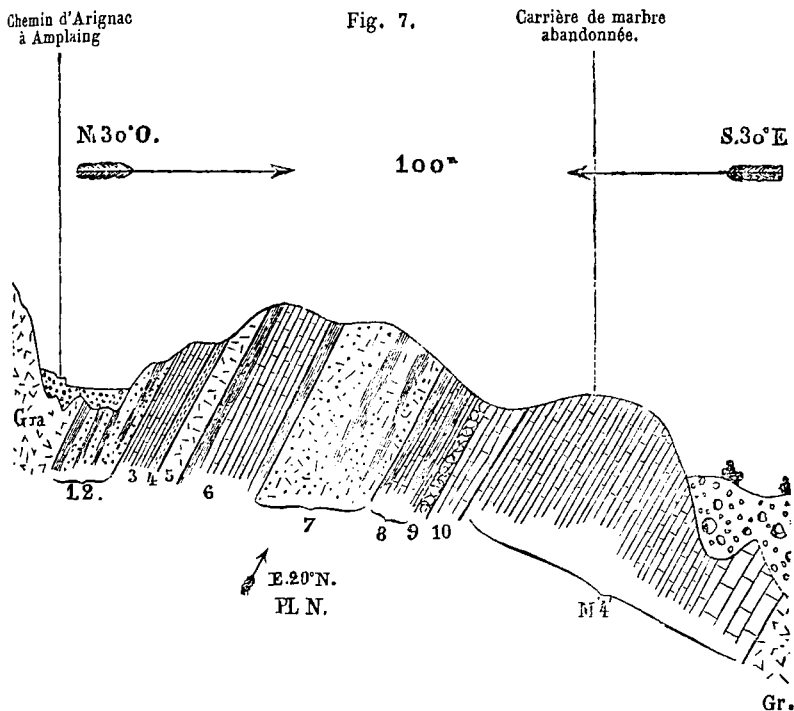


Coupe (fig. 6) du Clot de Labarthe. — Elle montre le contact inférieur du calcaire et du granite.

1. Gneiss et granite désagrégés se continuant au S. par G, granite à mica noir et blanc, à tourmaline, dur, résistant, quelquefois décomposé, syénitique.
2. Contact immédiat du calcaire et du granite. Ces deux roches sont unies l'une à l'autre sans que le moindre phénomène d'éruption soit visible; le calcaire est légèrement cristallin, dur, gris, à cassure un peu esquilleuse. Le granite au voisinage de la ligne d'union avec le calcaire fait une légère effervescence.
3. Couche de 0^m,50 à 0^m,60 de calcaire amphibolique.
- M. 4. Calcaire marmoréen, avec pyrite de fer, et mica rosé, quelquefois bronzé. Ce calcaire a été exploité pendant quelque temps comme marbre, mais son inégalité l'a fait abandonner; on l'emploie comme pierre de taille. C'est cette couche que nous allons retrouver dans la coupe suivante, et dont nous n'aurions pas pu voir en ce second point le contact détaillé avec le granite. La direction des couches est de E. 10° à 15° N., et le plongement au N.

Coupe (fig. 7) entre Arignac et Amplaing. — Gr. Granite à grain moyen, syénitique.

- 1, 2. Alternances de granite, de gneiss, d'épidote *en couche*, le tout donnant lieu parfois à une stratification très-fine.
3. Calcaire roussâtre, dur, grossièrement cristallin, finement stratifié, à cassure raboteuse, alternant avec un calcaire de même espèce, plus friable, avec mica noir.



4. Granite à grain fin et légèrement effervescent, immédiatement en contact avec un calcaire pareil au précédent.
5. Épaisseur de 4 à 5 mètres de granite.
6. Alternances de calcaire blanc, grossier, cristallin, dur, de calcaire gréseux roussâtre, de calcaire marmoréen blanc, avec quelques lits de gneiss à mica jaune.
7. Alternances de granite et de gneiss avec épidote.
8. Alternances de calcaire et de gneiss légèrement effervescent avec feuillets de micaschiste.
9. Calcaire blanc, cristallin, grossier, passant à la base à une roche ophiitique.
10. Alternances de calcaires de compacités différentes.
11. Épaisseur de plus de 30 mètres du même calcaire que celui indiqué dans la coupe précédente par M4.

Gr. Granite, dont le contact détaillé avec le calcaire est aussi donné dans la coupe précédente,

Tout cet ensemble marche parfaitement E. 20° N. et plonge au N.

En poursuivant cette bande d'alternances intra-granitiques vers l'E., on la voit passer avec les granites sous le silurien supérieur de Celles. En la suivant vers le S. on la voit finir à Arignac, non loin des couches de gypse triasique et des calcaires jurassiques de la montagne de Soudour. La terre végétale et les alluvions empêchent de voir directement ces alternances s'enfoncer sous les terrains secondaires.

La couche 3 de la dernière coupe, étudiée au-dessus de Mercus, immédiatement au N. de la carrière, sur le Clot de Labarthe, et dans le chemin qui la contourne, m'a permis d'y reconnaître l'existence du fossile aujourd'hui si contesté, l'*Eozoon canadense*. J'y ai recueilli des échantillons semblables à ceux que le docteur Sterry Hunt a eu l'obligeance de me donner.

Si de Mercus on se dirige vers Croquié, village situé au S. E. de la coupe du Clot de Labarthe, on voit dans le chemin, au lieu dit le Prat del Saout, après avoir traversé une énorme série de gneiss et de granites parfaitement stratifiés marchant E. 30° N. environ, une sorte de granite ophitique à grains fins, des couches alternantes de granite et de gneiss porphyroïde à cristaux de feldspath, rappelant ceux des environs d'Ax; plus loin le granite apparaît de nouveau avec des cristaux d'amphibole. De quelque côté qu'on se tourne aux environs de Mercus, de Jarnat et de Croquié, on marche constamment sur des roches gneissiques et granitiques plus ou moins décomposées, et dont l'orientation moyenne de la stratification se rapproche beaucoup de l'E. 20° N.

En suivant plus au N. la rive gauche de l'Ariège jusqu'à Foix on trouve encore enclavée dans le granite une bande schisteuse avec fer spathique exploité, marchant E. quelques degrés N., faisant partie du système d'alternances que j'étudie.

Il est donc parfaitement exact de dire qu'il existe dans l'Ariège, au milieu des granites, enclavées dans ceux-ci et alternant avec eux, des masses calcaires et schisteuses, passant sous les terrains silurien supérieur et inférieur, par conséquent plus anciennes que ces terrains.

Haute-Garonne. — Région de Luchon. Silurien supérieur. II

occupe aux environs de Luchon (1) la montagne de Cazaril, le fond de la vallée de Larboust, passe derrière Superbagnères, dans le vallon de Gourom, et disparaît là sous des couches plus récentes. Il est composé des schistes carburés noirs avec macles blanches, dans lesquels on a découvert l'*Ogygia Edwardsi*, de calcaires marmoréens avec Encrines et Orthocères (*O. bohémica*), de grauwackes et de schistes en partie ardoisiers.

Silurien inférieur. — « Il est très-développé dans la vallée de la Pique, au-dessus de Luchon. Ces schistes occupent notamment presque tout l'espace compris entre cette vallée et celle du Lys, et prennent des macles au voisinage du granite. » « Ce système, » dit M. Hébert (2), « inférieur aux schistes carburés dans lesquels se rencontrent les fossiles du silurien supérieur, est classé par M. Leymerie dans le silurien inférieur. Ce rapprochement nous paraît d'autant mieux fondé, que les phyllades à filons de quartz nous ont rappelé de la manière la plus frappante les roches de Laifour sur la Meuse et de Spa, aussi bien que celles de ponts de Cé, auprès d'Angers, qui forment la base des ardoises à trilobites. »

Quand on s'est donné la peine de visiter Ax et Luchon, il est impossible de méconnaître la grande ressemblance des terrains qui avoisinent les sources avec ceux d'Ax. Ainsi, dès 1863, j'avais reconnu avec mon ami regretté Louis Martin, que le silurien inférieur d'Ax et les granites au voisinage des sources étaient à peu près identiques avec ceux de Luchon (3) : mêmes schistes ardoisiers avec efflorescences aluno-ferrugineuses, mêmes infiltrations de quartz, mêmes transformations quartzeuses gneissiques et granitiques à la base du système, mêmes macles noires au voisinage du granite.

Il reste donc bien démontré pour moi, d'après MM. Leymerie, Hébert, Louis Martin, et aussi d'après mes propres recherches, que le silurien inférieur existe à Luchon tout aussi bien qu'à Ax.

(1) *Bull. Soc. géol.* Réunion extraordinaire à Saint-Gaudens, p. 1139, t. XIX, 1862.

(2) *Bull. Soc. géol.* Réunion extraordinaire à Saint-Gaudens, p. 1143, t. XIX, 1862.

(3) *Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences*, séance du 29 août 1864.

C'est sous ce silurien inférieur que paraît un granite assez feldspathique, avec tourmaline, dans lequel sont enclavées à divers niveaux des couches de calcaire amphibolique parfaitement stratifiées. Telles sont les couches dans les micaschistes et les gneiss au S. de la gorge de Burbe, dans la vallée de Luchon, et celles enclavées dans les schistes micacés de la gorge de Médasoles, dans la vallée de Larboust. Charpentier (1) cite aussi un gisement de calcaire enclavé dans le granite, sur le versant méridional du port d'Oo. Ce calcaire est grenu et à très-gros grains. Plus haut, dans la même montagne, et toujours enclavé dans le granite, il indique un autre gisement de calcaire contenant des grenats, de l'épidote, de l'amphibole et du graphite.

Ces calcaires que Charpentier déclare *ne pas appartenir à des filons*, mais bien être stratifiés, sont rapportables d'après moi à ceux de Mercus et d'Arignac, près de Tarascon (Ariège), et appartiennent au terrain granitique avec alternances, inférieur au terrain silurien inférieur, c'est-à-dire au terrain laurentien.

Hautes-Pyrénées. — Silurien supérieur. Je possède une empreinte de trilobite à peu près indéterminable, venant des schistes carburés de Gazost, où l'on voit aussi dans quelques fragments épais des restes d'Encrines, d'Orthocères, d'Orthis, et très-probablement de *Cardiola interrupta*. Ces schistes, qui sont supérieurs à ceux de Labassère, appartiennent suivant toute apparence au silurien supérieur.

Silurien inférieur. — Les schistes de Labassère ont complètement l'aspect des schistes ardoisiers de la Haute-Garonne et de l'Ariège. Je ne serais pas éloigné de les placer dans le silurien inférieur. En les poursuivant vers les crêtes du sud, nous les voyons recouverts, surtout aux bords des crêtes E. de la vallée d'Arglès, par des calcaires à Goniatites et des marbres griottes dévonien.

Quand on monte au pic du midi de Bigorre, par le versant N., après avoir dépassé Campan et Lesponne, on voit se dégager sous les terrains silurien et dévonien que je viens de signaler des couches d'un aspect tout particulier et qui méritent notre attention. Pour les étudier avec soin, au lieu de descendre du pic du midi vers Barèges, nous étudierons la composition des

(1) *Essai sur la constitution des Pyrénées*, 1823, p. 144.

couches, à partir du Néouvielle, jusqu'au sommet du pic du Midi. Nous allons donc suivre une coupe N. 5° E., S. 5° O., passant par les deux points culminants que je viens de nommer.

Dans les masses granitiques du Néouvielle, au S. (Pl. I, fig. 2), on rencontre à divers niveaux des bandes de roches amphiboliques et feldspathiques, aux environs desquelles le granite fondamental à grains fins et à mica noir passe à la syénite pour reprendre son état de granite, loin des couches citées, qui plongent au N. En descendant dans les petites vallées situées au pied de ce pic, celles de Kaous ou Cot d'Espade, de Campana de Labach, d'Éredlitz, d'Izé, on trouve des transformations de roches on ne peut plus curieuses. Nous allons les étudier dans la vallée de Labat de Labach, au pied du Campana de Labach. Là, les alternances de granite, de syénite, de roches amphiboliques sont très-abondantes. Dans ces alternances, les amphibolites renferment de l'axinite, soit en cristaux, soit en roche, et même en couche; en descendant on voit les alternances de syénite et de feldspath avec amphibole se produire de nouveau, et les roches passent insensiblement de l'une à l'autre. La syénite forme ensuite une nouvelle bande, passe de nouveau à des roches feldspathiques, siliceuses, qui finissent par devenir amphiboliques et se transforment en un porphyre, tantôt à pâte feldspathique blanche et à cristaux verts d'amphibole, tantôt à pâte amphibolique verte et à cristaux blancs de feldspath. Puis viennent des schistes dont on voit la transformation successive en roche amphibolique et en asbeste, et qui souvent calcaires deviennent souvent siliceux et passent à la lydienne. Dans ces roches calcaires et siliceuses sont disséminés des grenats grossulaires et pyrénéiques (noirs), de la stilbite, du quartz cristallisé et coloré souvent en vert par de l'amphibole. Les surfaces des couches présentent des saillies vermiciformes, dont la nature purement minérale me semble douteuse; je ne serais pas éloigné de croire qu'un animal, peut-être un polypier, ait offert à la substance du grenat pyrénéique de quoi former un exemple d'épigénie. La phonolite abonde au front N. du pic de Kaous d'Espade et forme des couches parfaitement stratifiées.

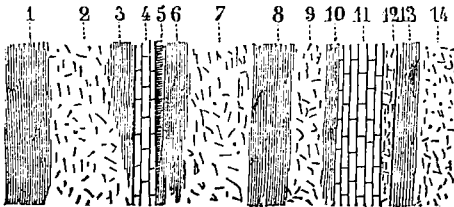
Cet ensemble de couches stratifiées, mais portant de profondes empreintes de métamorphisme, marche très-régulièrement E. 15° à 20° N., et plonge au N.

Dans le fond de la vallée, au-dessous du col du Tourmalet, les

couches ne sont plus aussi métamorphiques; elles se composent, ainsi qu'on le voit nettement sur la crête au S. du col, d'alternances de schistes et de roches plus dures, appartenant aux variétés que j'ai décrites; bientôt sous le col elles ont subi une série de plissements qui les ont redressées finalement d'une façon verticale, en produisant une faille sensible depuis Barréges. On peut voir ces plissements sur les parois du ravin à pic au fond duquel se brise le ruisseau d'Oncet. Ici les couches marchent E. 19° N. Les schistes deviennent en ce point graphitiques, noirs; ils renferment aussi des couches peu épaisses de calcaire et des schistes argilo-quartzeux. Cette formation est traversée par de nombreux filons remplis, les uns par de la chaux carbonatée, cristalline, parfaitement blanche, les autres par des quartz laitieux; ces deux substances sont colorées en vert sur quelques points par une matière chloritée.

Dans les ravins situés au-dessous des cabanes de Toue, les transformations des schistes argilo-quartzeux sont très-curieuses. Sur un espace de quelques mètres j'ai pu voir (fig. 8)

Fig. 8.



1. Le schiste argileux passer au
2. Granite à grain fin, passant lui-même au
3. Schiste argileux se transformant en
4. Calcaire argileux compacte, puis en
5. Asbeste, avant de redevenir
6. Schiste argileux, qui se transforme en
7. Granite repassant au même
8. Schiste argileux, puis au
9. Granite encore; puis de nouveau au
10. Schiste, qui passe à son tour au
11. Calcaire, se transformant, par une légère bande de schiste en
12. Granite; celui-ci passe de nouveau au
13. Schiste argileux, qui, à son tour, se transforme en
14. Granite, etc., etc.

En poussant vers le N. jusqu'aux cabanes de Toue, on voit

apparaître des schistes graphiteux noirs, puis la terre végétale empêche de suivre la succession des couches jusqu'à 40 mètres au-dessus des cabanes. Ici commence la succession suivante, (Pl. 1, fig. 9.)

3. Calcaire blanc cristallin chlorité.
4. Schiste siliceux, puis calcaire.
5. Calcaire compacte, surmonté d'une
6. Couche de roche amphibolique avec quartz laiteux.
7. Calcaire blanc, saccharoïde, désagrégé à la surface, passant à la partie supérieure à un calcaire blanc, plus compacte, cristallin.
8. Schiste rubané par du spath et du quartz; il passe au phyllade et contient de l'asbeste.
9. Nouvelle bande de roche serpentineuse avec quartz. On voit le schiste précédent passer d'une manière insensible à une roche serpentineuse. Il y a plusieurs alternances de ces deux roches, qui deviennent parfois calcaires.

En approchant du premier petit plateau au-dessus des cabanes de Toue, on trouve de vrais bancs de quartz laiteux.

10. Schiste siliceux, avec passage au calcaire et à des roches serpentineuses, immédiatement au-dessus du petit plateau. Les schistes contiennent des cristaux d'amphibole verte et passent insensiblement à une brèche compacte (*b*), au milieu de laquelle est une couche serpentineuse. Cette brèche se confond de nouveau avec des
11. Schistes argileux devenant parfois calcaires et talcqueux, et même schistes calcaires et ferrugineux, passant à une nouvelle bande de brèche.
12. Alternances de schistes calcaires rubanés et ferrugineux, avec brèche sur quelques points. Au-dessus est une bande de calcaire serpentineux avec bande de porphyre feldspathique.
13. Autres alternances de schistes passant à l'asbeste, de calcaires et de schistes ferrugineux; au-dessus est une couche de schistes noirs satinés.
14. Grande épaisseur de calcaire rubané par du spath.
15. Alternances de schistes variables de calcaire et de la même roche feldspathique que précédemment.
16. Schistes calcaires finement feuilletés, passant sur certains points à une roche amphibolique. Au-dessus sont des calcaires passant encore à des roches talcqueuses.

On arrive avec ces couches au col d'Oncet. La stratification a oscillé jusqu'en ce point entre E.O. et E, 20° N. Pl. N.

Entre le col d'Oncet et le lac de ce nom, les couches marchent dans la même direction et se composent d'une série d'alternances de roches serpentineuses, de schistes satinés avec passage à un porphyre feldspathique. On y voit aussi des masses de macles (Pl. 1, fig. 10).

En montant de la plaine d'Oncet à l'hôtellerie du pic du Midi, le long du flanc de la montagne d'Arize, au-dessus et à l'E. du lac d'Oncet, on trouve le long du chemin des roches granitiques assez nombreuses, avec passage au micaschiste et au granite avec tourmaline, les bandes de granite alternant avec des couches de roches amphiboliques et feldspathiques. Ces couches sont verticales jusqu'à l'axe du col de Sencours.

Là, on voit les traces d'une faille, qui a porté sous l'hôtellerie les couches que nous venons de suivre au-dessus du lac d'Oncet. Sous l'hôtellerie, les couches qui plongeaient verticalement plongent de nouveau au N., jusqu'au sommet du pic du Midi, et marchent toujours E. 20° N.

Continuant notre coupe vers le sommet du pic, nous trouvons les couches α et β au côté S. de la faille rapportées en α et β' sur la lèvre N. Il y a aussi avant l'hôtellerie des schistes noirs graphiteux. Sous l'hôtellerie sont : des schistes passant au schiste asbestique et à une roche amphibolique, avec des calcaires. Puis en

α' . Une bande de granite à tourmaline. En montant, ensuite vers le sommet du pic, on a

- A. Des schistes cristallins passant au calcaire.
- B. Une nouvelle couche de granite à tourmaline.
- C. Des schistes calcaires et siliceux avec bandes de calcaire cristallin contenant en abondance des pyrites.
- D. Une nouvelle couche de granite à tourmaline, dont on voit le passage au schiste argileux par l'intermédiaire de micaschiste et de gneiss (1).
- E. Schiste ferrugineux et calcaire.
- F. Nouvelle couche de granite.
- G. Large bande schisteuse passant à des roches amphiboliques, à des roches feldspathiques et siliceuses, ainsi qu'au micaschiste, dans le voisinage du granite.
- H. Calcaire gris cristallin alternant avec un calcaire commun. Ce calcaire, par des passages insensibles, se transforme en schiste argileux micacé passant au micaschiste et contenant parfois des macles; avec cela existent : des alternances de calcaire cristallin avec porphyre amphibolique et micaschiste, une bande d'une sorte d'eurite, surmontée de schistes avec calcaire serpentineux et cristallin, avec des alternances de calcaire et de roche amphibolique.
- I. Schiste passant au micaschiste et se continuant jusqu'au sommet du pic.

(1) Ramond et Charpentier avaient déjà signalé ce granite; le premier le regardait comme formant de véritables couches dans les schistes micacés.

De très-nombreux plans de laminage ont formé comme une vraie stratification plongeant au sud; du quartz grossier remplit les interstices de ces plans de laminage en y formant des contours de toute sorte. Si l'on n'y prenait garde, on pourrait prendre cela pour la stratification; c'est ce qui m'est arrivé la première fois que j'ai vu ces couches.

L'axe des couches redressées du pic du Midi est, comme tout le reste, dirigé de E. O. à E. 20° N.; ces couches conservent leur plongement naturel au N.

Cet ensemble va passer sous les terrains de transition au S. de Lesponne et de Campan, et par conséquent est plus ancien que ces terrains (1).

Nous venons de voir les couches stratifiées, calcaires, schisteuses et serpentines, enclavées entre le granite du Néouvielle et celui du pic du Midi. Elles se comportent donc comme celles de la Haute-Garonne et de l'Ariège.

Basses-Pyrénées. — Je n'entreprendrai pas de démontrer dans ce département l'existence des terrains siluriens supérieur et inférieur. Il faudrait pour en trouver quelques lambeaux nous reporter sur des points peu étudiés encore, et dont les terrains n'ont pu être complètement classés. Je me contenterai de rappeler qu'il existe dans les granites du pays basque surtout des calcaires enclavés, comme les précédents, dans ces couches dites de granite éruptif. Charpentier (2) indique cette bande qu'il décrit avec une exactitude remarquable. J'ai moi-même suivi cette longue bande si curieuse après les séances de la société à Bayonne, en 1866, et j'avoue que la meilleure description à en donner est encore aujourd'hui celle de Charpentier; il n'y a rien à y retoucher. J'ajouterai seulement que sur certains points de cette longue bande, et principalement au S. du village d'Izassou (où les géologues sont certains de trouver chez M. Gindre l'accueil le plus cordial et les indications géologiques les plus sûres et les plus précises) on rencontre des parties du calcaire dans lequel semblent se dessiner les formes de l'*Eozoon canadense*. Voici, du reste, une courte description de ce calcaire.

(1) Je joindrai à ces observations, qui me sont personnelles, celles de Charpentier et de Palassou (*loc. cit.*, p. 146), qui indiquent dans cette région pyrénéenne deux couches de calcaire enclavées dans le granite : l'une à 150 pas au-dessus de Gèdre, sur le chemin de Gavarnie, l'autre tout près et à l'O. de Gavarnie.

(2) *Loc. cit.*, p. 146.

Il est compacte, à cassure variable, quelquefois dégageant, après qu'on l'a cassé, une odeur d'hydrogène sulfuré, accompagné de graphite, de mica vert, de talc, d'amphibole, renfermant quelquefois entre ses couches des granites et des gneiss déposés comme lui.

Charpentier y indique de la chaux fluatée, que je n'ai pu y reconnaître sur les points que j'ai parcourus, ainsi que de l'hématite rouge et du mica blanc visibles entre Itzassou et le pas de Rolland.

La direction de cette couche est ici un peu différente de celle des précédentes ; elle marche O., quelques degrés au N. et plonge au N., comme les autres. Elle est comprise dans les granites kaolinisés.

Résumé des descriptions précédentes. — Il résulte des faits que je viens de passer en revue : 1° que le terrain silurien supérieur existe avec fossiles dans l'Ariège, la Haute-Garonne et les Hautes-Pyrénées. Sa direction dans l'Ariège est de E. 35° N. exactement.

2° Qu'un terrain, encore sans fossiles, composé à peu près de mêmes éléments dans les divers points des Pyrénées que je viens d'étudier, passe sous le silurien supérieur d'une manière visible et notable dans l'Ariège et la Haute-Garonne. Ce terrain, ardoisier à la partie supérieure et presque sans calcaire, renferme des schistes alumineux efflorescents avec niveau constant de macles dans le voisinage des points, où, se rapprochant du granite, il devient quartzeux, passe au micaschiste, au gneiss, au granite lui-même, avec lequel il a quelques alternances. Sa direction est dans l'Ariège de O. 12° N., son plongement au N. On peut le considérer comme constituant le silurien inférieur.

3° Que ce terrain silurien inférieur repose sur un granite à mica noir, compacte, non désagrégé, contenant peu de tourmaline, alternant avec des couches de schiste alumineux légèrement efflorescent, avec des couches de calcaire dirigées comme tout l'ensemble (Ariège) O. 40° N., ayant un plongement N. Le granite fondamental de cette formation n'est pas non plus kaolinisé et contient peu de tourmaline à la partie supérieure, davantage à la base.

4° A ces couches calcaires et granitiques en succède une nouvelle série, orientée dans l'Ariège, dans la Haute-Garonne et dans les Hautes-Pyrénées E.-O. à E. 20° N., avec plongement à peu près constant au N. Ces couches alternantes commen-

cent par des granites qui se kaolinisent et renferment de la tourmaline en quantité notable, ainsi que des grenats et divers autres minéraux. Elles se terminent par un granite grossier qui se désagrège aussi très-facilement et donne lieu à des kaolins; la tourmaline y est assez abondante, ainsi que les roches amphiboliques et la syénite.

5° La direction moyenne résultant des diverses observations que j'ai pu recueillir dans cette dernière formation géologique est de E. 15° à 16° N., le plongement restant également au N.

Discussion des directions E. 16° N., et O. 40° N., pour établir l'âge des terrains qu'elles affectent.

Nous avons vu que les terrains que je décris ont dans la série des couches connues et classées une place excessivement ancienne; ils sont à la base des terrains de transition. Cherchons à nous rendre compte de leur âge au moyen du système des montagnes de M. Élie de Beaumont.

Parmi les terrains décrits par les auteurs de la Carte géologique de la France, ceux du côté O. de la Bretagne me semblent être les plus semblables aux couches intra-granitiques d'Ax et de Naguilles. La lecture seule des détails stratigraphiques donnés soit par MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont, soit par PUILLO-BOBLAYE (1), soit par M. L. FRAPOLLI (2), soit encore par M. Lefébure de Fourcy (3), etc., permet de conclure à l'existence, au-dessous de la base du terrain silurien, d'un autre terrain, tout aussi bien stratifié que le silurien, paraissant se rapprocher beaucoup de celui des Pyrénées.

Je dirai d'abord que la direction E. 21° N. rapportée par M. Élie de Beaumont au système du Finistère n'est autre que la direction E. 16° N. que je trouve dans les couches les plus anciennes des terrains intra-granitiques des Pyrénées. En effet la direction de ce système du Finistère, rapportée par M. Élie de Beaumont lui-même « dans un point de la partie méridionale « du département de l'Ariège situé par 42° 40' de latitude N., « et par 1° de longitude O. de Paris, en calculant l'excès sphérique, comme si Brest se trouvait sur le grand cercle de comparaison du système, se réduit à E. 17° N. » La différence de

(1) *Essai sur la configuration et la constitution géologique de la Bretagne. Mém. du Mus. d'hist. nat.*, 1827, t. XV.

(2) *Bull. Soc. géol. de France*, 2° sér., t. II.

(3) *Description géologique du département du Finistère.*

un degré entre la moyenne de mes résultats et le nombre donné par M. Élie de Beaumont peut être complètement négligée.

Dufrénoy donne le nom de cambrien aux couches stratifiées anciennes comprenant le cambrien et le laurentien, affectées par ce système de soulèvement. Cependant, aux descriptions détaillées des terrains, on reconnaît dans la Bretagne des roches stratigraphiquement semblables à celles de Naguilles et surtout Mercus (Ariège) qui occuperaient une position inférieure par rapport aux schistes alumineux avec alternances granitiques (coupe d'Ax N.-N.-O., S.-S.-E.), schistes qui viennent immédiatement avant le silurien inférieur, et qui pour moi sont le cambrien. Ce ne serait donc pas le terrain cambrien de l'Ariège qui se trouverait affecté par la direction E. 16° à 17° N., mais bien le terrain qui lui est inférieur et que je considère comme l'équivalent du laurentien. J'ai montré que cette direction E. 17° N. était constante depuis l'Ariège jusqu'aux Basses-Pyrénées, partout où se montre ce terrain.

Quant à la direction O. 40° N. que nous avons retrouvée au S. d'Ax en allant vers Naguilles, elle n'est autre que le représentant du système du Morbihan (O. 38° N.) rapporté à Ax. En effet ce système calculé pour Ax donne O. 41° N.

D'après Boblaye et les auteurs de la carte géologique de la France, il y aurait dans le Morbihan une série de schistes et de gneiss antésiluriens qui se trouveraient affectés d'un système particulier de fractures et de plissements orientés O. 38° N. Chose fort incompréhensible, Dufrénoy et M. Élie de Beaumont, malgré les deux systèmes de soulèvement qu'ils ont retrouvés dans ces couches schisteuses et gneissiques, n'en ont pas fait deux terrains distincts; ils les ont confondus sous le même nom de cambrien.

Je réserverai donc ce nom pour les couches que je trouve à Ax stratigraphiquement placées entre le silurien inférieur et le laurentien, avec l'orientation O. 40° N., direction complètement différente de O. 12° N. du terrain silurien et de E. 16° 17° N. du terrain laurentien.

Ces détails nous permettent de voir que le système des montagnes n'est ici nullement en désaccord avec la stratigraphie des terrains et que les données fournies par le calcul quant aux directions ont été complètement vérifiées par l'observation.

Quant à faire une division dans le terrain laurentien lui-même, je ne m'y hasarderai point encore, quoique l'observation des faits permette déjà de soupçonner cette division à venir.

Conclusions. — Je terminerai mon travail en disant : 1° dans les Pyrénées, surtout dans l'Ariège, existent des terrains stratifiés antésiluriens (intra-granitiques) jusqu'ici ignorés par les divers géologues qui ont étudié la chaîne.

2° Ces terrains semblent parfaitement correspondre à ceux qu'on a déjà décrits sur quelques points du globe et surtout à ceux qu'ont fait connaître les géologues du Canada.

3° Je n'y ai pas encore trouvé de fossiles, et jusqu'à ce que des naturalistes spéciaux aient bien voulu étudier les échantillons d'*Eozoon canadense*, que j'ai montrés à la Société, je considérerai l'existence de ce fossile comme douteuse dans leurs strates.

4° La stratigraphie m'a permis d'y faire les divisions suivantes en partant du silurien inférieur : 1° cambrien affecté par le système du Morbihan qui a dirigé ses couches O. 40° N. Pl. N.; 2° laurentien dirigé E. 16° à 17° N. avec Pl. N., par le soulèvement rapporté au système du Finistère; 3° granite inférieur primitif.

M. Edm. Pellat annonce qu'il vient de recueillir, dans le Boulonnais, à la base des calcaires du Mont des Boucards, considérés jusqu'ici comme oxfordiens, les fossiles habituels de la zone à *Cidaris florigemina*, et, à la partie supérieure des mêmes calcaires, les fossiles les plus caractéristiques du corallien compacte de la Haute-Marne (corallien compacte de Vouécourt).

M. Pellat ajoute que, d'après les observations faites par M. P. Michelot au Mont des Boucards et d'après celles qu'il a faites de son côté, dans cette localité et sur un grand nombre de points du Boulonnais, il distingue, de bas en haut, entre l'Oxford-clay et les calcaires décrits par lui dans le *Bulletin*, en 1865, sous le nom de calcaires de Bréquerecque, les assises suivantes :

- A — calcaire à polypiers et à *Cidaris florigemina* (3 mètres environ).
- B — calcaire à *Terebratula insignis* (4 à 6 mètres).
- C — calcaire à *Céromyces* (4 mètres environ).
- D — argiles à grandes *Ostrea deltoïdes* (de 6 à 8 mètres).
- E — calcaire roux à *Trigonia Bronni*, sables ferrugineux (0^m,50).
- F — oolithes et calcaires à Nérinées et à *Waldheimia humeralis* (de 8 à 10 mètres).
- G — grès à *Pygurus Royerianus* (de 2 à 6 mètres).

L'assise A paraît manquer au nord du Mont des Boucards; les assises B et C manquent au sud, dans une partie du Bas-Boulonnais.

Séance du 18 novembre 1867.

PRÉSIDENTE DE M. DE VERNEUIL.

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

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

GUALTERIO (Charles-Raphaël), à Orvieto (Italie); présenté par MM. A. Stoppani et G. de Mortillet.

LACRETELLE, ingénieur civil des mines, rue des Acacias, 37, aux Ternes-Paris; présenté par MM. Gruner et Alfr. Cailiaux.

MEIGNAN, évêque de Châlons-sur-Marne (Marne); présenté par MM. Hébert et Lambert.

Le Président annonce ensuite quatre présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Th. Ébray, *Nullité du système de soulèvement de la Côte-d'Or, et considérations générales sur la limite de la période jurassique et de la période crétacée* (extr. de la *Soc. des sc. indust. de Lyon*); in-8, 15 p.; août 1867.

De la part de M. G. de Mortillet, *Promenades préhistoriques à l'Exposition universelle*; in-8, 188 p.; Paris, 1867; chez C. Reinwald.

De la part de M. le D^r Eugène Robert :

1^o *Rapprochement entre les bois flottés qui échouent sur les côtes des terres arctiques et les lignites de ces mêmes régions*; in-8, 8 p...

2^o *Silex taillés. — L'Homme avant l'histoire*; in-8, 8 p.....

De la part de M. Fr. de Hauer :

1^o *Geologische Übersichtskarte der Oesterreichischen Monarchie*; feuille V; Vienne, 1867.

2° *Geologische Übersichtskarte der Oesterreichischen Monarchie* (texte); in-8, 20 p. ; Vienne, 1867.

De la part de Sir Roderick I. Murchison, au nom du gouvernement britannique, *Memoirs of the geological Survey of the United Kingdom and Ireland*; 19 vol. in-8 et 4 vol. in-4, avec 5 grands atlas de cartes et de coupes.

De la part du Directeur général du corps des ingénieurs-géologues de Melbourne (M. Alfred R. C. Selwyn), *Geological Survey of Victoria* (Australie); atlas de 52 feuilles.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences; 1867, 2° sem. — T. LXV, n° 19 et 20; in-4.

L'Institut, n° 1766 et 1767; 1867; in-4.

Bulletin de la Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne, année 1867, 1^{er} et 2° trimestres; in-8.

Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt, 1867, n° 14; in-8.

The Athenæum, n° 2089 et 2090, 1867; in-4.

The Canadian Journal, septembre 1867; in-8.

M. d'Archiac présente, de la part de M. F. de Hauer, la feuille V de la carte géologique générale de l'Autriche (V. la *Liste des Dons*).

M. Marcou présente le portefeuille contenant toutes les cartes géologiques de la province de Victoria (Australie), qui figurait à l'Exposition universelle, sous le titre de *Geological Survey of Victoria*, et qui est offert à la Société par le directeur du corps des ingénieurs-géologues, M. Alfred R. C. Selwyn, de Melbourne. Le portefeuille contient d'abord une grande carte géologique d'ensemble de toute la province de Victoria, à l'échelle de 8 milles par pouce, et qui donne une vue générale des principales divisions géologiques de ce vaste pays; puis, se trouve une carte *index* indiquant les progrès accomplis jusqu'au 30 avril 1864; et enfin 51 feuilles de la carte, à l'échelle considérable de deux pouces par mille. Sur plusieurs des feuilles, il y a des coupes géologiques, et toutes contiennent des explications détaillées sur la géologie et les mines. Cette colonie, dont le nom n'existait même

pas il y a vingt années, et qui d'abord n'a été connue que d'après quelques récits de voyageurs autour du monde comme un lieu d'exil pour les *convicts*, sous la désignation de Port-Philippe, et qui, encore aujourd'hui, ne compte pas 700,000 habitants ; ce pays antipodique, ajoute M. Marcou, entretient un corps de quinze ingénieurs-géologues ou des mines, au prix annuel de cent à cent vingt mille francs, avec tout un établissement de musées, de cours, d'ateliers de dessinateurs pour les cartes et de publications de rapports, de statistiques et d'essais de minerais.

Le directeur, M. Selwyn, dans une lettre à M. Marcou, dit qu'il aura soin d'envoyer à la Société géologique de France un exemplaire de chacune de leurs publications, au fur et à mesure de leur apparition. La Société décide, de son côté, que l'on enverra au *Geological Survey of Victoria* le volume annuel du *Bulletin*, et l'*Histoire des progrès de la géologie*, par M. d'Archiac.

A l'occasion de la présentation par le Président de toutes les publications que le corps royal des géologues anglais avait envoyées à l'Exposition universelle de 1867, et qui a été offert à la Société au nom du gouvernement britannique, par le savant et illustre directeur général du corps, notre confrère sir Roderick Murchison, M. Marcou remercie, au nom de tous les membres présents à la séance, l'honorable M. de Verneuil, qui a fait de nombreuses démarches personnelles non-seulement à Paris, mais encore à Londres, et à qui la Société est redevable de cette addition à notre bibliothèque, addition la plus importante qu'elle ait reçue jusqu'à ce jour. Il prie aussi M. de Verneuil de transmettre à sir Roderick Murchison et au gouvernement du royaume-uni de la Grande-Bretagne et de l'Irlande les remerciements de la Société, qui apprécie hautement la grande valeur d'un aussi magnifique cadeau. Et afin d'en faire mieux voir l'importance à tous les membres de la Société, M. Marcou fait la communication suivante :

Notice sur la grande carte géologique des Iles Britanniques;
par M. Jules Marcou.

Carte géologique du royaume uni de la Grande-Bretagne et de l'Irlande. — Le corps des ingénieurs-géologues de Sa Majesté la Reine du royaume uni de la Grande-Bretagne et de l'Irlande a exposé dans le palais du Champ-de-Mars, sous le titre de : *Geological Survey of the united Kingdom (Great Britain and Ireland)*, cinq gros portefeuilles in-folio, dont trois sont remplis de cartes et coupes géologiques de la Grande-Bretagne (Angleterre, pays de Galles et Écosse), et les deux autres renferment la géologie de l'Irlande.

Dans les trois portefeuilles de la Grande-Bretagne, l'un est consacré entièrement à des coupes en travers ou horizontales et à des coupes verticales; il contient quatre-vingt-quinze planches. Les sections en travers ou horizontales sont à l'échelle de six pouces (1) par mille, soit $\frac{4}{63300}$; et les coupes verticales donnent l'épaisseur exacte de chaque couche à l'échelle d'un pouce pour quarante pieds ou $\frac{1}{480}$. Toutes les coupes en travers sont coloriées à la main, avec des couleurs correspondant à celles employées sur les feuilles de la Carte géologique pour indiquer les terrains, tandis que les coupes verticales sont en noir.

Dans les coupes horizontales ou en travers, on est quelquefois étonné de trouver des détails souterrains de failles, de plissements, d'inflexions de couches et d'existence même de roches d'une nature ou d'un âge différents de celles qui affleurent à la surface du sol, qui pourraient laisser croire que l'on a exécuté des travaux d'art ou des sondages pour s'assurer de l'existence de ces phénomènes géologiques. Si cela est vrai quelquefois, dans la plupart des cas il n'en est rien; et il serait à désirer que les géologues anglais fussent plus sobres de suppositions pour tout ce qui ne se voit pas à la surface, puisque ces coupes sont données avec la recommandation spéciale de représenter l'exacte vérité. Sauf cette réserve, ces coupes sont excellentes et donnent, dans la plupart des cas, une bonne idée de la projection sur un plan vertical des accidents de terrains et des formations géologiques d'un pays, qui par sa nature, d'ailleurs, n'offre pas de ces difficultés orographiques et

(1) Mesures anglaises.

stratigraphiques que l'on rencontre dans les contrées montagneuses, comme les Alpes, le Jura, les montagnes Blanches et Vertes de la Nouvelle-Angleterre, ou la grande chaîne des Alpes Scandinaves.

Dans les deux autres portefeuilles de la Grande-Bretagne, l'on trouve dans l'un quarante et une feuilles de cartes coloriées géologiquement, à l'échelle considérable de six pouces par mille, et dans l'autre portefeuille soixante et douze feuilles de cartes géologiques, à l'échelle d'un pouce par mille; plus une feuille contenant l'*index* explicatif des couleurs employées dans les diverses cartes, et qui présente cent trente-sept couleurs ou modifications de couleurs, chacune d'elles indiquant une formation géologique distincte.

Quatre des feuilles de ce dernier portefeuille sont des cartes de l'Écosse, et dix-neuf des cartes à l'échelle de six pouces par mille appartiennent aussi à l'Écosse.

Ainsi le relevé géologique de la Grande-Bretagne comprend déjà cent treize feuilles, qui recouvrent en entier le pays de Galles et les deux tiers de l'Angleterre, plus les environs d'Édimbourg et l'Ayrshire, en Écosse. Ce qui reste à faire est la partie orientale au nord de Londres et les comtés nord de l'Angleterre, l'isle of Man et presque toute l'Écosse. En 1857 le nombre des feuilles publiées était de cinquante, ce qui fait soixante-trois feuilles ajoutées en dix années. Si l'on suit cette progression, l'Angleterre et l'Écosse seront complètement relevées géologiquement dans quinze années; et l'on aura la carte de l'État-Major anglais, dite : « *Ordnance maps* », entièrement publiée aussi bien au point de vue géologique que topographique.

Le coloriage des cartes, comme celui des coupes longitudinales, est fait entièrement à la main; aussi toutes ces cartes géologiques sont-elles beaucoup plus faciles à lire, plus nettes et mieux exécutées que celles qui sont imprimées en couleur. De plus ce coloriage permet les additions et corrections, qui deviennent bien difficiles par le coloriage imprimé; car alors il faut changer tout un système de planches lithographiques ou typographiques, tandis qu'il suffit de couper dans la feuille la partie changée, en collant à sa place, ou dessus, le carré de carte modifié par le coloriage à la main. Pour ne citer qu'un exemple, je dirai que, pendant l'année 1864, le directeur général, sir Roderick I. Murchison, ayant admis le changement proposé par les géologues des Alpes de la division du *terrain*

Rhétique à la base du lias, cela a conduit à une modification importante dans plusieurs feuilles déjà publiées des comtés de Gloucester et de Glamorgan, modifications et corrections qu'il aurait été bien dispendieux d'opérer, si les cartes avaient été coloriées par l'impression chromo-lithographique ou chromo-typographique.

Les deux portefeuilles de l'Irlande contiennent, l'un vingt feuilles de coupes, de grand format, et l'autre cent deux feuilles de cartes d'un format moitié des cartes de l'Angleterre. Le grand format est de quatorze pouces de hauteur, sur vingt de largeur tandis que le petit est de sept pouces sur dix. Ce dernier est de beaucoup le plus commode pour des cartes destinées à être maniées, d'abord en atlas ou portefeuille, et surtout sur le terrain même, où il devient très-difficile et fort embarrassant de se servir de cartes à grand format, sans être obligé de les couper en deux. D'après des renseignements que j'ai reçu de M. Jukes, le directeur des relevés géologiques de l'Irlande, le travail est fait aux deux tiers; il ne reste plus que la partie septentrionale de l'île, au nord d'une ligne partant de Clogher Head et se dirigeant sur Mayo. Cent deux feuilles de la carte géologique sont publiées; sept nouvelles feuilles vont être livrées au public avant la fin de l'année; et enfin il a déjà paru vingt-sept feuilles de coupes longitudinales et verticales, en y comprenant une feuille de plan et coupes des mines d'Ovoca. Ainsi l'Irlande, de même que la Grande-Bretagne, sera achevée dans quinze années.

Les divisions géologiques employées sont, pour les grands terrains, celles généralement admises par les géologues des diverses contrées, avec quelques modifications, plus ou moins heureuses, d'expressions géographiques ou paléontologiques, et qui ne sont pas toujours admises par les géologues étrangers, surtout ceux de l'école de Werner (voir le tableau à la fin de la notice, où j'ai traduit l'*index* des géologues anglais). Quant aux subdivisions ou groupes, par formations, étages et couches, toutes les divisions et dénominations adoptées sont, sans exceptions, locales et spéciales à l'Angleterre. Au premier abord ces subdivisions paraissent trop nombreuses, et cela d'autant plus que plusieurs sont spéciales à certaines parties des îles Britanniques, et ne se retrouvent pas sur toute leur surface. Mais si l'on considère attentivement chaque portion du pays exploré, on voit que chaque subdivision est nécessaire, et répond bien à une coupure dans la série des roches, et que si on

ne l'avait pas établie et reconnue, on aurait négligé la méthode naturelle de classification, qui exige que chaque degré de l'échelle soit numéroté et classé, sous peine de ne pas faire exactement l'histoire des temps qui se sont succédé, en laissant leurs empreintes et leurs débris dans des chronomètres dont la série ne peut être interrompue, sans briser la chaîne des événements qui se sont passés sur la terre. Ces chronomètres sont les roches en couches, en filons, en amas, et aucun ne peut être impunément négligé; c'est même leur connaissance approfondie et les relations qui les lient entre eux qui constituent toute la science de la géologie.

Aussi les géologues officiels des îles Britanniques, en donnant une classification entièrement anglaise, ont-ils rendu un véritable service à la science, et leur exemple est-il suivi partout aujourd'hui.

Ce grand et magnifique travail du relevé géologique des îles Britanniques est de beaucoup le meilleur de tous ceux exécutés jusqu'à présent dans les diverses contrées de l'ancien et du nouveau monde. Aussi, si au lieu de le cacher modestement dans de grands portefeuilles fermés, on l'avait étalé ostensiblement dans un ensemble de cartes toutes réunies et placardées contre un mur, comme cela s'est fait dans d'autres parties de l'Exposition universelle pour plusieurs cartes géologiques, il les aurait toutes écrasées et complètement effacées.

L'organisation du corps des ingénieurs-géologues de Sa Majesté britannique est aussi parfaite que l'œuvre si remarquable dont il dote le monde scientifique. Avec un personnel qui vient cette année d'atteindre le chiffre de cinquante géologues, paléontologistes, minéralogistes, mineurs et conservateurs de collections, et qui dans les premières années même n'était que de trois, cinq, ou huit personnes; dans le très-court espace de temps de moins de trente années, ce corps d'ingénieurs géologues a produit, comme cartes géologiques, cartes de mines, coupes géologiques et de mines, rapports imprimés de descriptions géologiques, de statistiques de mines, d'analyses chimiques de minerais et de roches, de publications de fossiles et de catalogues, un ensemble si parfait, si complet et surtout si considérable, qu'il a laissé bien loin derrière lui les corps de géologues officiels ou ingénieurs des mines d'autres pays, qui ont cependant sur lui les avantages d'exister quarante ou cinquante années avant lui, et de posséder un personnel et un budget qui, s'ils étaient employés spécialement pour la

géologie, constitueraient des ressources au moins égales à celles que le *Geological Survey* reçoit du gouvernement de Sa Majesté la Reine Victoria.

Afin de préciser et de fixer l'attention sur les côtés pratiques de ce beau travail du relevé géologique des îles Britanniques, je dirai quelques mots de l'organisation actuelle du corps des ingénieurs-géologues anglais, organisation qui vient de recevoir cette année même quelques modifications, surtout comme augmentation dans le personnel, afin que le travail soit achevé dans dix années au plus tard.

Il y a un directeur général chargé de donner de l'ensemble et de l'unité à cette grande œuvre, et dont l'une des attributions est de ne rien laisser publier des travaux exécutés par le corps sans son autorisation préalable. Ce directeur est actuellement sir Roderick Impey Murchison, qui a été choisi tout à fait en dehors du corps officiel de ces ingénieurs-géologues dont il ne faisait pas partie, pour succéder au premier directeur général et fondateur de l'œuvre et du corps, sir Henry de la Bèche, mort en 1855.

Pour accélérer le travail et en même temps donner une prompte et égale satisfaction aux intérêts miniers, industriels et agricoles des diverses parties de l'empire britannique, on a partagé le pays en trois parties qui portent les noms de division anglaise (*english branch*), division irlandaise (*irish branch*), et division écossaise (*scotch branch*). A la tête de la branche anglaise, il y a un *senior director* ou directeur en chef, qui est M. A. C. Ramsay, et qui a sous ses ordres, d'abord : deux ingénieurs de districts, cinq géologues, et dix-sept aides-géologues ; de plus il dirige aussi un naturaliste (M. le professeur T. H. Huxley) et son aide, un paléontologiste (M. R. Etheridge) et son aide, et un collectionneur ou chercheur de fossiles. Le budget de cette branche anglaise du relevé géologique est estimé, pour cette année 1867, à la somme de 11,462 livres sterling ou 289,000 francs.

La branche irlandaise est sous les ordres d'un directeur, qui est M. J. Beete Jukes, et qui a au-dessous de lui un ingénieur de district, deux géologues et un paléontologiste (M. W. H. Baily), sept aides-géologues et deux chercheurs de fossiles. Les dépenses ont été estimées pour l'année 1867 à la somme de 5,078 livres sterling ou 126,950 fr. pour l'Irlande.

En Écosse, le directeur est M. Archibald Geikie qui est aidé, d'abord par un ingénieur de district (M. Edward Hull), puis

par un géologue, et enfin par cinq aides-géologues. Le budget de la branche écossaise est de 2,933 livres sterling ou 73,325 francs.

La dépense totale pour le relevé géologique des îles Britanniques, pendant l'année 1867, sera donc de 19,653 livres sterling ou 489,275 fr., ce qui fait une augmentation de plus de 150,000 fr. sur les budgets précédents. Ainsi pour l'Irlande, par exemple, dont j'ai les chiffres en ce moment sous les yeux, les dépenses pour l'année 1866, dont l'exercice s'est achevé au premier mars 1867, se sont élevées à 3,527 livres sterling, deux shillings et six pences, ce qui, retranché du budget actuel de 5,078, laisse une augmentation de 1,558 livres, 7 shillings et 6 pences ou 38,775 fr. pour 1867-68.

En outre du relevé géologique proprement dit, il y a un bureau des mines, dirigé par M. Robert Hunt, avec deux aides; plus une école royale des mines avec huit professeurs (MM. Ramsay, Tyndall, Huxley, Percy, Warrington Smyth, Frankland, Willis et Edgar); puis des cours de géologie pratique faits à Dublin, au musée Irlandais de l'industrie, et à Édimbourg, au musée industriel Écossais; et enfin un secrétaire général et bibliothécaire M. Trenham Reeks.

Trois musées, consacrés exclusivement à la géologie britannique, renferment les trésors recueillis sur le terrain, et sont comme les pièces à l'appui des cartes, coupes, fossiles, minéraux et roches décrits et publiés par le corps. Ces musées sont situés, l'un à Londres dans la rue Jermyn, n° 28, l'autre à Dublin sur la pelouse de Saint-Étienne, n° 51 (*Stephen's green*), et le troisième à Édimbourg. Celui de Londres renferme aussi, en outre de la partie anglaise proprement dite, la géologie du pays de Galles, l'école royale fort bien et les bureaux du directeur général, du secrétariat et du chef de la statistique des mines. Le bâtiment est élégant et fort bien approprié pour montrer dans tous leurs avantages de grandes collections. Ce n'est pas trop dire, et je ne crains pas d'être contredit par quiconque a visité le musée de Jermyn street, que comme utilité, classification et ensemble, le *Museum of Practical geology* est sans rival dans le monde entier et fait le plus grand honneur au gouvernement, à la nation et aux géologues anglais.

Des catalogues descriptifs, très-bien faits, et dont plusieurs sont déjà arrivés à plusieurs éditions, bien qu'ils ne datent que de quelques années et qu'ils soient tirés à un grand nombre d'exemplaires, donnent avec le plus grand détail des listes

raisonnées de tous les objets, tels que roches, minéraux, fossiles, modèles de machines, poteries, etc., qui sont exposés dans le Musée. De plus, le Directeur général publie un rapport annuel (*Annual Report of the Director general of the geological Survey of the united Kingdom, the Museum of practical geology, the Royal School of mines and the mining record Office*), qui montre avec détail les progrès accomplis et les travaux effectués pendant l'année écoulée, tant sur le terrain que dans le cabinet et les laboratoires; il y indique aussi le nombre des feuilles qui ont été relevées et celles qui sont livrées au public, les mémoires imprimés, les classifications adoptées, le nombre des échantillons ajoutés, les analyses du bureau d'essai des minerais et des roches, les statistiques de la houille et des minerais exploités ou importés des pays étrangers pour alimenter les usines anglaises, le roulement de l'École des mines, et enfin le nombre des publications, cartes, coupes et mémoires, vendus pendant l'année (1). Ce rapport est accompagné de petites cartes *Index*, montrant les numéros de chaque feuille publiée ou

(1) La vente des cartes géologiques est considérable; elle a atteint même le chiffre de 5,000 feuilles dans une seule année; et, ce qu'il y a d'assez remarquable, c'est que les feuilles entièrement scientifiques et ne renfermant pas de districts métallifères, houillers ou à matériaux de construction de grandes valeurs, se vendent en aussi grand nombre que les autres. Cela s'explique par la grande popularité dont jouissent les sciences géologiques en Angleterre. Il est bien rare d'entrer dans une maison ou un cottage anglais sans y voir, dans l'une ou l'autre des chambres ou entrées, la carte géologique des environs pendue contre les murs.

Voici quelques chiffres officiels de plusieurs ventes annuelles des cartes, coupes et index des couleurs :

En 1855,	2,422	feuilles.	
1856,	1,559	—	
1857,	1,914	—	
1858,	2,764	—	
1859,	2,372	—	
1860,	5,295	—	(L'Irlande comprise.)
1861,	3,118	—	
1863,	2,877	—	
1864,	4,400	—	
1865,	3,710	—	
1866,	3,157	—	

Les Mémoires s'écoulent aussi rapidement, et plusieurs sont épuisés ou réimprimés à plusieurs éditions.

à publier, celles qui ne sont pas encore relevées géologiquement, et enfin les feuilles pour lesquelles on a imprimé des mémoires descriptifs spéciaux; en un mot on a là un véritable indicateur, embrassant dans un seul coup d'œil l'état présent de la grande carte géologique des îles Britanniques. Enfin on publie aussi un rapport annuel, spécial et détaillé, de tout ce qui s'est passé à l'École des mines; celui de la seizième session, 1866-67, vient de paraître.

Le catalogue de toutes les publications (*Catalogue of the published maps, sections, memoirs, and other publications of the geological Survey of the united Kingdom, up to october 1867*) des relevés géologiques est distribué *gratis* à tous ceux qui en font la demande, soit au Musée de Jermyn street, soit chez les six libraires ou éditeurs de cartes, qui ont des dépôts et qui sont désignés *ad hoc* par le Directeur général. Chaque quart de feuille de la grande carte géologique se vend séparément au prix fixe et uniforme de 3 fr. 75; chaque feuille des coupes en travers ou horizontales se vend aussi séparément et au prix uniforme de 6 fr. 25; chaque feuille des coupes verticales se vend séparément au prix uniforme de 4 fr. 38; chaque description détaillée d'une ou de plusieurs des feuilles de la carte se vend à des prix qui varient depuis 0 fr. 80 jusqu'à 1 fr. 25, 2 fr. 50 et 6 fr. 25.

Chaque livraison de fossiles, ou década, comme elle se nomme, peut être achetée séparément au prix fixe et uniforme de 3 fr. 12. Chaque volume de statistiques minérales se vend séparément au prix de 1 fr. 25 à 3 fr. 12. Enfin, chaque description de feuilles de coupes horizontales ou verticales se vend séparément, au prix fabuleusement bon marché de 0 f. 20, pour une brochure de 15 pages grand in-8.

Une carte d'assemblage, sous le titre de « *An index geological map of England,* » à l'échelle assez grande de quatre milles par pouce, est en voie de publication, et se vend séparément et par feuilles isolées au prix uniforme de 4 fr. 35; six feuilles en ont déjà paru : ce sont celles qui comprennent tout le pays de Galles et l'Herefordshire, et une partie des comtés voisins du Cheshire, Shropshire, Staffordshire, Worcestershire et Gloucestershire.

Finalement, ce corps des géologues officiels anglais, que l'on peut citer comme modèle à suivre par toutes les autres nations, et qui est si parfait comme composition, puisque avant tout on recherche des géologues, sans se préoccuper s'ils ont été éle-

vés dans le corps ou s'ils sortent de telle école ou de telle université, mais s'ils sont réellement capables, ce corps, dis-je, si bien recruté, si bien dirigé, si actif et si plein d'émulation, a produit le plus grand œuvre géologique qui ait jamais paru.

Nota. — J'ai traduit, dans la légende explicative ou *index*, le mot *colours* par divisions, parce que je ne pouvais pas donner, dans des tableaux imprimés, les couleurs elles-mêmes. L'harmonie et les mariages de ces couleurs sont, en général, si remarquables, que je ne puis mieux faire que de les indiquer, du moins telles qu'elles sont employées actuellement sur la carte de l'Irlande, à l'échelle d'un pouce par mille :

Alluvions, tourbières, etc.	Brun de Châlons et Camboge.
Lignite	Indigo et encre indienne.
Craie	Vert émeraude (pâle).
Grès vert	Idem (foncé).
Lias	Le même que pour les alluvions, mais plus foncé.
Couches rhétiques	Rouge vénitien et sépia.
Nouvelles marnes rouges	Rouge de Venise.
Nouveau grès rouge	Idem. (plus pâle).
Permien (dyas)	Ocre romaine brûlée et Camboge.
Terrain houiller	Encre indienne et indigo.
Calcaire carbonifère	Bleu de Prusse.
Marnes intercalées dans le calcaire carbonifère	Bleu de Prusse avec coups de pinceau d'encre indienne.
Grès intercalés dans le calcaire carbonifère	Bleu de Prusse avec des points de chrome.
Couches dolomitiques dans le calcaire carbonifère	Bleu de Prusse avec la teinte permienne par-dessus.
Couches dolomitiques supposées d'origine métamorphique	La même couleur que la précédente avec des points de cobalt.
Schistes carbonifères	Bleu de Prusse (pâle) avec une teinte de la couleur de la houille par-dessus.
Grès intercalés dans les schistes carbonifères	La même couleur que la précédente pointillée de jaune chrome.
Vieux grès rouge	Rouge indien.
Dingle beds	Même couleur que les lignites, mais d'une teinte plus légère.
Roches de Ludlow	Indigo et laque cramoisie.
Roches de Wenlock	Même couleur (teinte plus légère).
Couches de Smerwick	Laque cramoisie et indigo.
Silurien inférieur	Même couleur (teinte plus légère).

Cambrien.....	Indigo et laque cramoisie, d'une teinte plus légère que la précédente.
Roches quartzeuses.....	Jaune de chrome.
Bandes calcaires enclouées dans le silurien ou dans d'autres formations.	Bleu cobalt.
Granite.....	Carmin.
Elvanite.....	Carmin (plus foncé).
Felstone (eurite).....	Orange de chrome et carmin.
Cendres euritiques.....	Orange (plus pâle) et pointillé avec de la laque.
Greenstone (diorite).....	Carmin brûlé et laque cramoisie.
Cendres dioritiques.....	Carmin (plus pâle) et pointillé avec de la laque.
Failles.....	Lignes blanches.
Veines minérales.....	Lignes dorées.

Afin de remédier à l'altération des couleurs, qui s'effacent toutes plus ou moins avec le temps, et surtout avec une exposition prolongée des cartes à l'air, on a gravé des lettres sur l'espace occupé par chacune d'entre elles. Ces lettres elles-mêmes ont été choisies d'une manière systématique. Ainsi, pour les terrains stratifiés, on emploie des petites lettres romaines, et, lorsqu'il y a des sous-groupes dans la division, on ajoute des exposants à ces lettres. Les roches ignées sont indiquées par de grandes lettres capitales romaines. Les groupes de roches métamorphiques sont marqués par de petites lettres grecques qui correspondent aux mêmes lettres employées pour le terrain, lorsqu'on en connaît exactement l'âge. Dans le cas où l'âge est inconnu, on se sert des lettres grecques, comme γ pour mica-schistes, ν pour gneiss, etc. Des couches, ayant une lithologie spéciale et différente de la masse générale de la formation dans laquelle elles se trouvent intercalées, sont indiquées par des lettres italiques, comme : *l* pour calcaire (limestone), *q* pour quartz, *s* pour schiste, etc.

Tous les renseignements statistiques et autres, qui se trouvent dans ce petit exposé de l'état actuel du *Geological Survey* des îles Britanniques, ont été pris dans des documents officiels, tels que :

Livre bleu (*Blue book*) du parlement britannique pour 1867, folio.

Annual report of the Director general of the geological Survey of the united Kingdom, the Museum of practical geology, the Royal

School of mines, and the mining record Office for the years 1853 to 1865, in-8, London.

Catalogue of the published maps, sections, memoirs and other publications of the geological Survey of the united Kingdom, up to october 1867, in-8, London.

List of memoirs, maps, sections, and other publications of the geological Survey of the united Kingdom, in-8 et in-folio, avec carte-index, 1854 et 1866.

Geological Survey of the united Kingdom. Museum of practical geology, and Royal School of mines (16th session, 1866-67), in-8, London, 1866.

Her Majesty's geological Survey of the united Kingdom, and its connection with the Museum of Irish industry in Dublin, and that of practical geology in London; by J. Beete Jukes. in-8, Dublin, 1867.

Instructions for the guidance of the officers of the Irish branch of Her Majesty's geological Survey of the united Kingdom, in-8, Dublin, 1867.

A descriptive Guide to the Museum of practical geology, with notices of the geological Survey of the united Kingdom, the Royal School of mines and the mining record Office, by Robert Hunt and Rudler, 3^e édition, in-8, Londres, 1867.

A Catalogue of the minerals collections in the Museum of practical geology, with introductory and explanatory remarks; by Warington W. Smyth, T. Reeks and Rudler, in-8, London, 1864.

A Descriptive catalogue of the geological, mining, and metallurgical models in the Museum of practical geology; by H. Bauerman, in-8, London, 1865.

A Descriptive catalogue of the rock specimens in the Museum of practical geology, with explanatory notices of their nature and mode of occurrence in place; by Andrew C. Ramsay, H. W. Bristow, Archibald Geikie and H. Bauerman, in-8, 3^e édition, Londres, 1862.

A Catalogue of the collection of fossils in the Museum of practical geology, with an explanatory introduction; by T. H. Huxley and Robert Etheridge; in-8, London, 1865.

M. d'Archiac exprime le désir que les sources auxquelles ont été puisés ces renseignements intéressants soient indiquées avec précision.

M. Marcou répond que tous les chiffres qu'il a cités sont extraits des rapports officiels de sir R. Murchison.

M. de Lapparent, tout en partageant l'admiration qui vient d'être exprimée pour les travaux du *Geological Survey*, croit que M. Marcou a été un peu sévère pour la France. L'Administration, à laquelle on adresse le reproche d'exclusivisme, a cependant laissé toute initiative aux Conseils généraux en matière de cartes départementales, et aucune condition n'a été imposée relativement au choix de leurs auteurs. Cette liberté laissée aux géologues n'a pu être que favorable au développement de la science; et, si le Ministère des travaux publics donne suite au projet de carte détaillée qui lui est soumis en ce moment même, et qui comporte la révision et la publication par feuilles séparées et à bon marché de la carte géologique au 80,000°, peut-être y aurait-il lieu de se demander si, au point de vue scientifique, la France n'a pas suivi la meilleure voie.

M. Marcou, après avoir constaté que ses critiques s'adressent à l'Administration et non point aux ingénieurs des mines, ne peut qu'insister sur ses regrets de voir la publication des cartes si arriérée dans notre pays, qu'il est aujourd'hui presque impossible de se procurer une carte géologique départementale. Il ajoute que, dans son opinion, le nombreux personnel du corps des mines est mal utilisé pour la géologie.

M. Levallois répond que ce serait une erreur, quant à présent, de considérer le personnel et le budget du corps des mines comme étant le personnel et le budget de la géologie.

Quelques observations de M. Marcou, sur l'irrégularité avec laquelle on accuse réception des documents envoyés à la bibliothèque de la Société, amènent une courte discussion sur la nécessité de préparer des lettres imprimées et d'organiser sur d'autres bases le service du bibliothécaire.

M. Pisani communique la lettre suivante :

Resina, 13 novembre 1867.

« Cette nuit, à minuit et demi, à droite des deux cônes de l'éruption du Vésuve de l'année passée s'est ouvert un nouveau

cratère. A la moitié du grand cône, du côté de Bosco-Reale, s'est ouvert également un autre cratère d'où est sorti un courant de lave. Dans la même direction, et précisément dans le plan de la lave de l'année passée, se sont formés deux autres petits cratères qui lancent beaucoup de pierres. Le cône principal est tout crevassé par suite des fortes secousses qu'il a reçues. »

M. P. Marès fait la communication suivante :

Dans une note relative à la constitution géologique des montagnes de la grande Kabylie (séance du 20 mai 1867), M. Péron indique les puissantes roches calcaires qui forment le Djurjura proprement dit, comme appartenant exclusivement à l'époque éocène. Toutefois, notre savant confrère n'a pu visiter lui-même les couches de ces hautes régions. Plus heureux que lui, j'ai gravi le sommet de Lella-Khedidja (2,318^{m.}), la cime la plus élevée de la grande Kabylie vers le centre du Djurjura. J'ai trouvé le terrain secondaire formant les crêtes, et caractérisé par des Bélemnites mal conservées et indéterminables. Je crois cependant pouvoir affirmer que ces fossiles appartiennent au terrain crétacé; en effet, ils sont en contact avec le nummulitique, et le terrain crétacé est la seule formation secondaire qui apparaisse dans tous les pays environnants où il se trouve exactement dans la même position relative. Il faut aller au loin, dans l'Est ou dans l'Ouest, pour y rencontrer le jurassique. J'ajouterai que les puissantes dislocations, qui, en relevant à pic les calcaires du Djurjura, lui ont donné l'aspect imposant et remarquable d'une immense muraille, ont néanmoins laissé aux assises rocheuses une excessive régularité générale qui, dans bien des points, permet à l'observateur de marcher sur le bord épais des tranches relevées et juxtaposées du nummulitique et du secondaire, et de les voir se suivre avec une netteté parfaite. Or, j'ai trouvé dans les cailloux roulés d'un torrent qui descend du versant nord des hautes cimes d'*Ifril n'Tazerot* (2,038^{m.}) et du *Tamegout-Heidzer* (2,066^{m.}), à l'extrémité ouest du Djurjura, une Ammonite qui, bien qu'en mauvais état, paraît être l'*Ammonites Fourneli*, Bayle (*Ceratites Fourneli* H. Coq.), remarquable par des tours de spire fortement embrassants et une forme assez globuleuse, quoique les lobes illes selles présentent les caractères bien accusés des *Ceratites*. Ce fossile appartient, d'après M. Coquand, à l'horizon de l'*Ostrea columba*.

J'ai cru devoir signaler dès à présent à la Société l'existence

du terrain secondaire dans le Djurjura proprement dit, comme un fait qui se rattache naturellement à la note de M. Péron.

Le Secrétaire communique la note suivante de M. Garrigou :

Réponse à quelques objections de MM. Marcou et Hébert, au sujet du terrain dit Laurentien, dans l'Ariège; par le docteur F. Garrigou.

Lorsque, après ma communication sur le terrain laurentien des Pyrénées, faite dans la dernière séance, MM. Marcou, Hébert, de Verneuil, etc., m'ont posé quelques objections, j'ai en partie répondu à ces savants confrères; je ne ferai aujourd'hui qu'ajouter quelques mots pour compléter ce que j'ai déjà dit.

1° M. Marcou, notre excellent collègue, me permettra de fixer une date pour établir la priorité de la découverte d'un terrain stratifié inférieur au terrain silurien. Cette date est celle de 1830. Cette année-là, en effet, peut-être même avant, MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont avaient placé les gneiss stratifiés, qui s'étendent au nord de la Bretagne, sous les schistes maclifères infra-siluriens de cette région de la France. Le caractère stratifié de ces gneiss ne leur avait pas échappé. Depuis cette époque, M. d'Archiac a réclamé contre cette prétention de découverte de terrains infra-siluriens stratifiés, soit au Canada, soit en Écosse, soit en Bohême. En effet, dans la séance du 17 juin 1861, page 665 du Bulletin, le savant professeur s'exprime ainsi au sujet d'une communication de M. Dalimier : « Dans » l'ouest de la France, les géologues ont su distinguer des » roches auxquelles on a assigné les noms de *système cambrien*, » dans les îles Britanniques, ou d'*huronien* sur les bords du lac » Huron, et de *système laurentien* au Canada. Les schistes de » Granville, de Cancale et de Saint-Cast, par exemple, et les » schistes maclifères avec des quartzites et des poudingues, ap- » partiennent au premier; les gneiss et les micaschistes du » même pays au second. Ces dénominations modernes n'expri- » ment donc en Bretagne *que des choses connues de tout le monde » depuis plus de trente ans.* »

C'est en effet en 1830, il y a aujourd'hui trente-sept ans, que les auteurs de la carte géologique de la France ont indiqué ces terrains infra-siluriens. Le premier travail du docteur Emmons (Report on the Geology of the first District of New-York), ayant

rapport aux terrains dits par lui taconiques, est de 1842. C'est donc douze ans après MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, que le D^r Emmons a signalé en Amérique des terrains déjà reconnus en France pour la première fois par deux de nos plus savants géologues. Cette priorité des savants français n'enlève nullement le mérite des recherches postérieures. Je ne saurais cependant comprendre comment des observateurs aussi érudits que Emmons et Mather ont pu se laisser abuser jusqu'à considérer quelques calcaires du comté de Washington comme *roches éruptives*. Cependant Mather (Rapport sur le second district de New-York, page 485) avait reconnu la nature sédimentaire et métamorphique de certains calcaires cristallins de Highlands. Quelles singulières contradictions ! Un calcaire éruptif, à l'état de fusion !

Quant au nom de taconique auquel tient M. Marcou, parce qu'il a été donné par Emmons, et à ceux de huronien et de laurentien inventés par les savants si recommandables du « Geological Survey of Canada », je crois qu'ils ne se ressemblent pas. Il faudrait fixer leur signification absolue, puisqu'ils s'appliquent à diverses parties de terrains de formations différentes. Le nom de taconique, appliqué à un terrain contenant la faune seconde, sera fautif si on l'applique à un terrain équivalent à celui qui contient la faune première, ou bien à un terrain inférieur. Les noms de huronien, laurentien supérieur, laurentien inférieur, faisant suite à celui de silurien inférieur, me paraissent très-rationnellement appliqués, et, pour ma part, je suis très-disposé à les employer dans les divisions que j'entrevois déjà pour le terrain que j'ai décrit comme nouveau pour les Pyrénées.

Mon savant et honoré confrère, M. Marcou, ne m'en voudra pas, je l'espère, de ne pas complètement partager sa manière de voir sur les dénominations à donner aux trois grandes branches de ce que les géologues canadiens nomment le groupe de Québec. L'opinion d'un géologue aussi accompli et aussi expérimenté doit nécessairement être prise en considération, mais l'observation complète d'un plus grand nombre de faits pourra seule décider lesquels du D^r Emmons ou des géologues canadiens ont donné les noms les plus exacts.

2^o M. Hébert, d'un autre côté, a cherché à se convaincre que la question de stratigraphie que j'ai abordée n'était pas claire dans ses résultats; il enveloppait du reste, dans ses doutes, tous les terrains laurentiens signalés jusqu'ici.

Pour ce qui regarde les Pyrénées, M. Hébert n'admet, comme point de repère, que le silurien supérieur avec la faune troisième. C'est dans ce silurien supérieur que le savant professeur place, contrairement à ce qui a lieu pour le reste de la France, la couche de schistes maclifères, que je range, de mon côté, dans le silurien inférieur. Je déclare que, dans le silurien supérieur de l'Ariège avec *Cardiola interrupta* (Celles, Saint-Barthélemy, Saint-Gironnais, environs de Castillon), il n'y a pas de schistes maclifères comparables à ceux d'un terrain complètement différent lithologiquement et stratigraphiquement (Ax, vallée d'Ascou, Quérigut, montagnes de Savignac, d'Aston, de Miglos, de Vic-de-Sos) de ce terrain silurien supérieur, lui étant visiblement inférieur, et qui, pour moi, est du silurien inférieur. Dans ce silurien, Durocher aurait trouvé un trilobite aux environs de Vic-de-Sos; et MM. François et Mussy, ingénieurs des mines, malgré l'absence de fossiles, signalent encore ces couches comme faisant partie du silurien inférieur. Pour ma part, malgré mes recherches assidues, je pourrais dire journalières, je n'ai pas non plus trouvé traces de fossiles. Dans ces conditions, je n'hésite pas à suivre les divisions de MM. François et Mussy (1) en terrain silurien supérieur (ferrifère et fossilifère) et silurien inférieur, avec schistes ardoisiers exploités à Miglos, Siguer, Luzenac, Unac, Caussou, etc., qui reposent eux-mêmes, par l'intermédiaire de schistes alumineux, de quartzites, de schistes maclifères, sur des micaschistes et des granites.

C'est donc pour moi dans un terrain (et à la base de ce terrain) stratigraphiquement différent du silurien supérieur, et que je considère comme étant le silurien inférieur, qu'existent ces bandes de quartzites et de schistes maclifères comparables à ceux de Bretagne et du nord-ouest de la France, parfaitement placés en ce point par tous les géologues, et par M. Hébert lui-même, à la base du silurien inférieur.

C'est donc aussi à la base de ce terrain encore sans fossiles dans cette région des Pyrénées, et non à la base directe du silurien supérieur, que je place la série énorme de granites, de calcaires, de schistes, de roches feldspathiques et amphibolo-

(1) Bien que M. Mussy n'ait pas trouvé à propos de signaler mon nom, pour mes découvertes personnelles, dans son explication de la carte géologique de l'Ariège exposée au palais du Champ-de-Mars, je trouve plus convenable et plus scientifique de ne pas user de représailles.

liques, toutes stratifiées et alternantes, qui me semblent correspondre à une partie de la base du groupe de Québec.

Mais cet ensemble signalé à Ax n'est pas le seul. J'ai fait voir, à l'extrémité nord des montagnes de Tabes, à Celles, le silurien supérieur avec fossiles déterminés par M. Hébert lui-même. Sous ce silurien supérieur passe en stratification et avec un plongement complètement différent l'ensemble des gneiss décomposés, des schistes, des amphibolites, des granites stratifiés, des calcaires cristallins, sans doute avec *Eozoon canadense*, de Mercus, près Tarascon (Ariège). Ce groupe est complètement différent de celui d'Ax, et je ne saurais comprendre comment, dans l'espace de quelques kilomètres, un terrain si régulier, si uniforme à Ax, aurait pu subir une transformation si complète à Mercus (1). Je suis donc complètement disposé, en mettant de côté le terrain cumbrien, à voir dans le laurentien de l'Ariège deux groupes distincts, sans pouvoir dire encore quel est le supérieur, quel est l'inférieur.

En admettant avec M. Hébert que le silurien supérieur seul existe dans les Pyrénées, il faut avouer que si l'ensemble que je viens de décrire comme laurentien appartenait au silurien inférieur, ainsi qu'il résulterait des observations de M. Hébert, ce silurien inférieur se comporterait d'une façon bien singulière, inconnue jusqu'ici dans tous les pays du monde. Nous aurions en effet, dans les Pyrénées ariégeoises, un terrain silurien inférieur, d'une épaisseur de 10,000 à 12,000 mètres au moins, se divisant par son aspect lithologique en granites et en roches calcaires et schisteuses, ces dernières enclavées dans les premières.

N'est-il pas plus simple, plus naturel, plus géologique, lorsqu'on trouve entre le terrain silurien supérieur parfaitement caractérisé et les granites enclavant des schistes et des calcaires (cumbrien laurentien), un autre terrain schisteux avec quartzites et macles, dont la stratification diffère de celle du silurien supérieur et de celle du groupe granitique inférieur, de regarder ce terrain intermédiaire comme formé par le silurien inférieur? Les présomptions deviennent encore plus gran-

(1) A Ax, les roches stratifiées que je dis cumbriennes et laurentiennes auraient une épaisseur de 6 kilomètres, les calcaires et les schistes ayant 2,000 mètres d'épaisseur environ. A Mercus, l'épaisseur des granites, gneiss, calcaires stratifiés auraient au moins autant dans leur ensemble. Les calcaires ne formeraient plus ici qu'une couche de 150 mètres.

des, lorsque ce terrain intermédiaire a déjà son analogue dans tous les pays. Il ne reste plus alors de doute sur la place des alternances de granite, de calcaire et de gneiss d'Ax et de Mercurus. Ces alternances appartiennent bien à un terrain infra-silurien, aux terrains cumbrien et laurentien, si l'on veut me permettre ces noms.

Quant à ce fossile si contesté, l'*Eozoon canadense*, sa présence ou son absence ne peut infirmer la place que la stratigraphie assigne à un terrain.

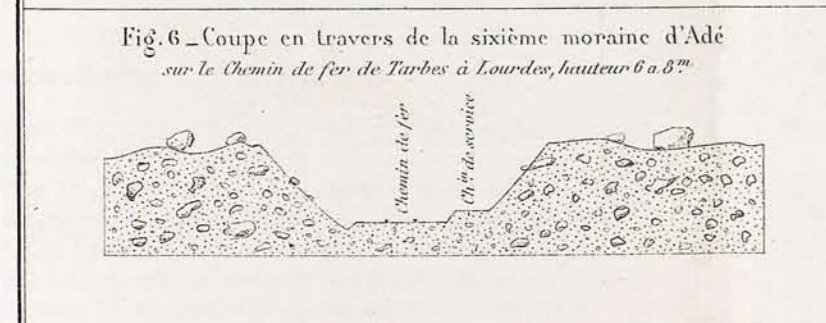
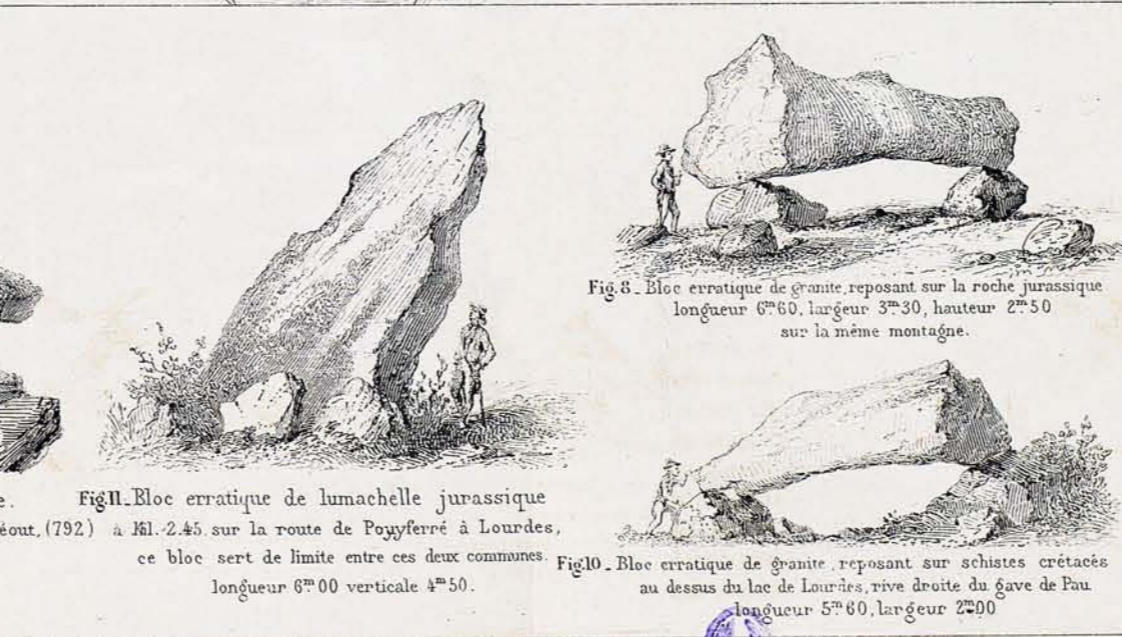
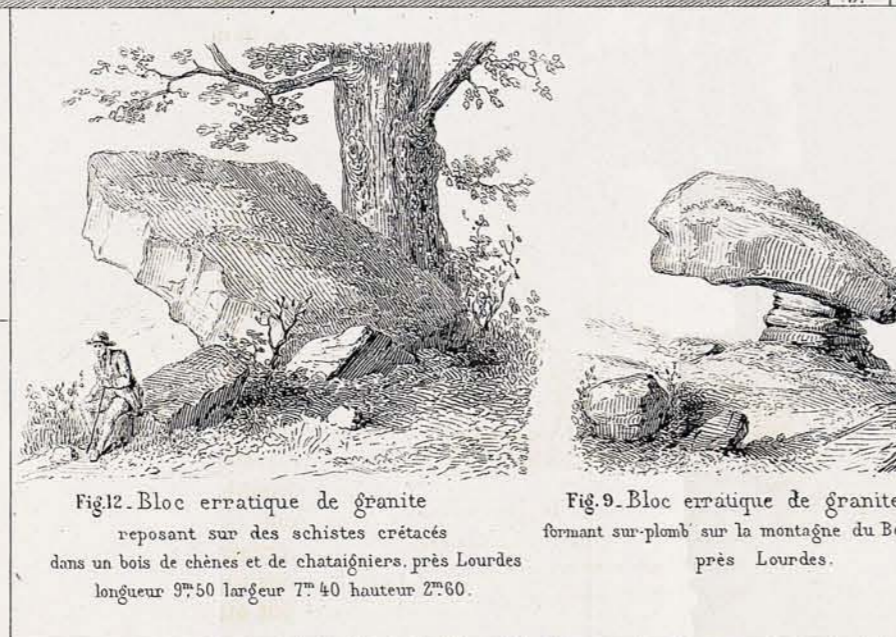
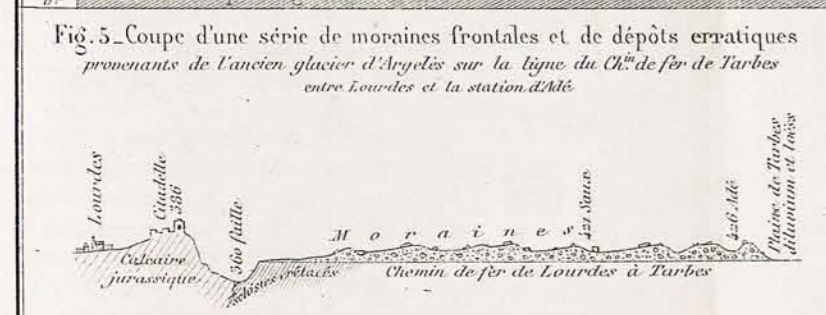
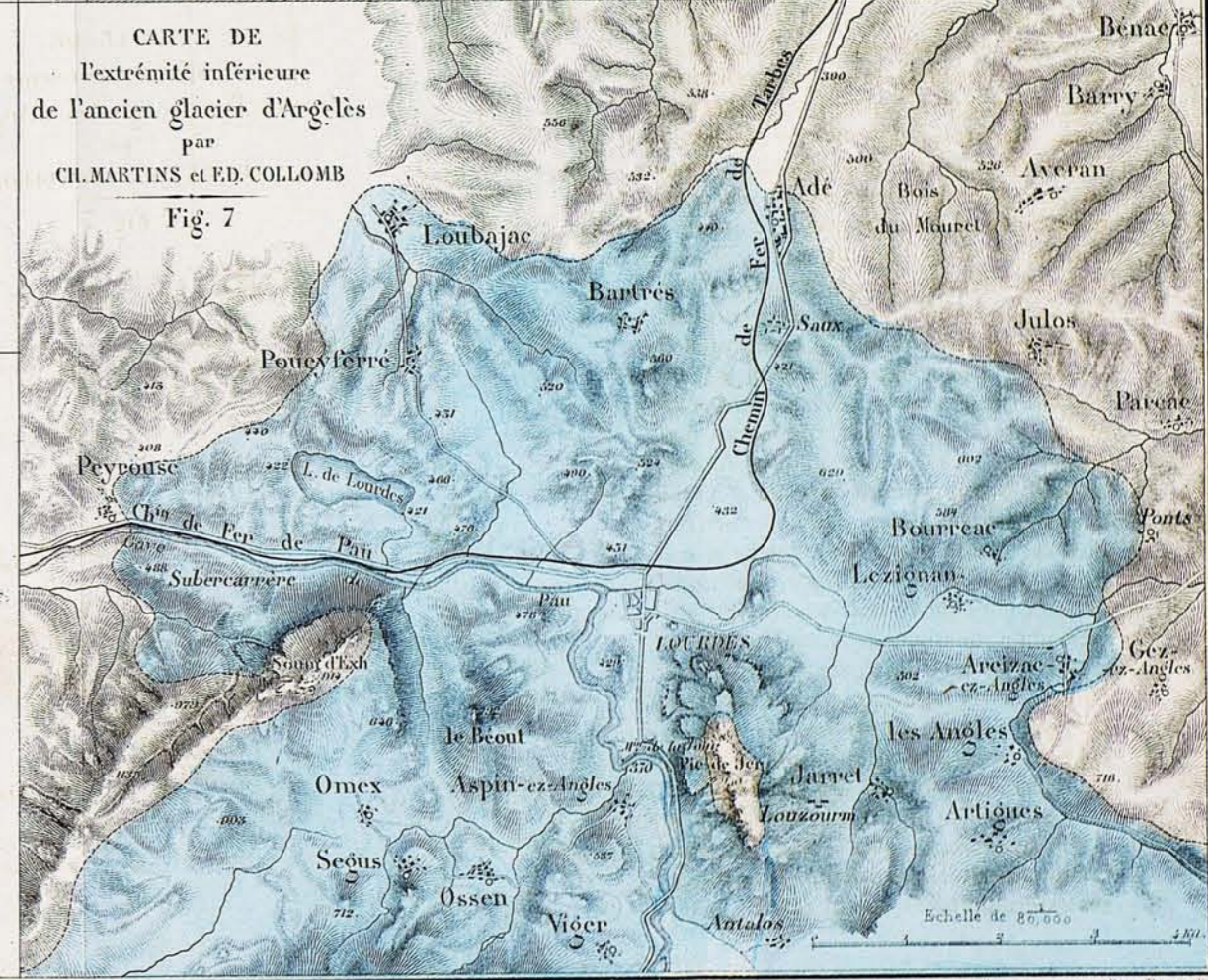
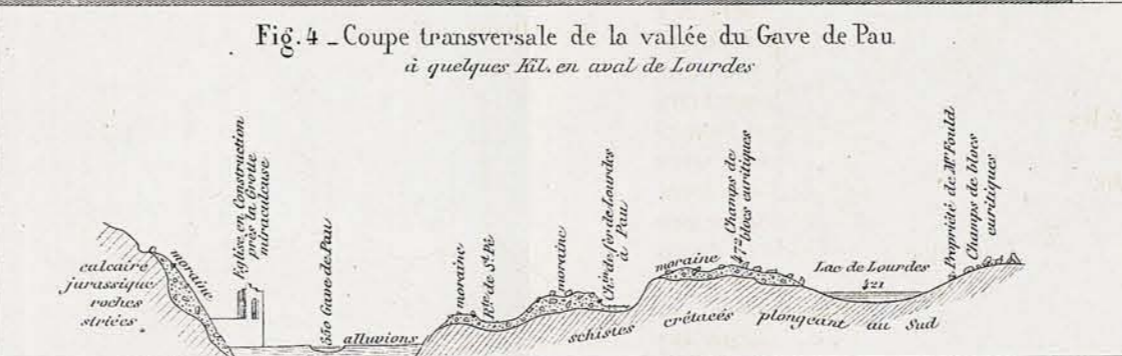
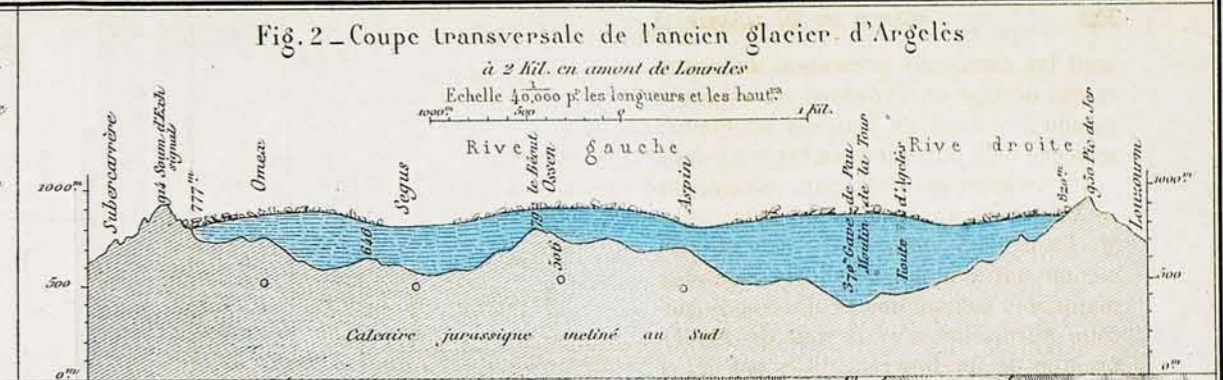
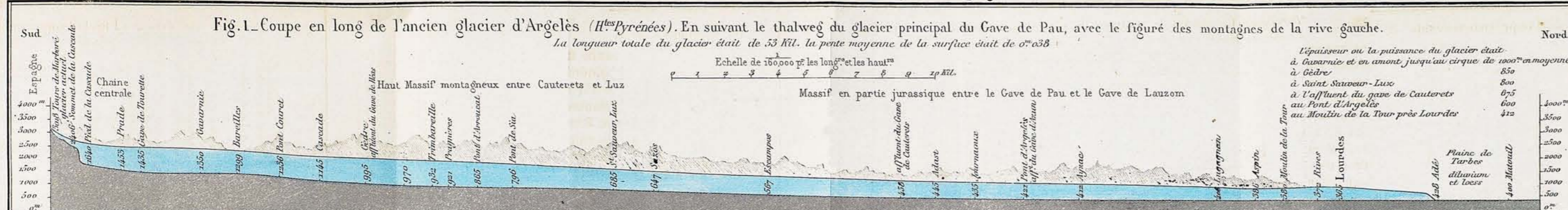
Quelle que soit, du reste, la place que l'on veuille donner aux couches que j'ai décrites dans la séance précédente, il n'en subsistera pas moins un fait incontestable : c'est la présence bien nette de la stratification des granites, en cela semblables aux vraies roches de dépôt.

Dans toutes les localités que j'ai signalées, le granite est uniformément déposé en bancs alternant avec des calcaires souvent non cristallins et non modifiés. Cette manière d'être des granites se confirme journellement par de nouvelles découvertes. Les hommes les plus éminents, et j'ai été heureux de l'entendre dire à M. Delesse, regardent de moins en moins cette roche comme une roche éruptive ; sa nature de roche de dépôt leur paraît de plus en plus nette.

Pour ma part, après avoir lu les beaux travaux de MM. Delesse et de Daubrée sur le métamorphisme, après avoir suivi les fructueuses et intelligentes coupes de M. Virlet, j'ai été depuis longtemps convaincu que les granites, les ophites et la plupart des roches amphiboliques, se sont produits dans des mers à température élevée, aux dépens de terrains préexistants ou par voie de formation nouvelle. Ce sont, pour moi, des roches non venues à la surface du globe à l'état de fusion, comme on le dit, à l'état pâteux ; ce sont des roches de dépôt.

Elles ont pu, dans des conditions données, subir une élévation de température, entrer même en fusion, et arriver sous cet état secondaire à la surface du globe, où on a pu leur attribuer une fausse origine.

J'ai déjà une série d'expériences qui me permettent de faire connaître le fond des résultats que j'ai obtenus ; j'aurai bientôt occasion d'entretenir la Société de mes recherches sur ce sujet.



Essai sur l'ancien glacier de la vallée d'Argelès (Hautes-Pyrénées),
par MM. Ch. Martins et Éd. Collomb (pl. II).

(Communiqué dans la séance du 6 mai dernier.)

Tous les géologues, sauf quelques rares exceptions, sont d'accord pour admettre que les vallées des Alpes, des Vosges et des Pyrénées ont été occupées pendant l'époque quaternaire par d'immenses glaciers, qui descendaient souvent jusque dans les plaines voisines. La carte de l'ancienne extension des glaciers des Alpes et des Vosges a été faite; celle des glaciers des Pyrénées ne l'est point encore.

Dans ce travail, nous commencerons par combler cette lacune en décrivant le plus grand des anciens glaciers du versant français des Pyrénées, celui qui, provenant des sommets les plus élevés de la chaîne centrale, s'est avancé le plus loin dans la plaine. Nous n'insisterons pas sur les traces que les affluents de ce glacier ont laissées dans leurs vallées respectives; ces traces sont partout aussi nombreuses, aussi variées, aussi incontestables que dans la vallée principale; nous nous occuperons seulement du glacier qui remplissait autrefois la vallée d'Argelès arrosée par le gave de Pau, et surtout de sa moraine terminale telle qu'on la reconnaît aux environs de Lourdes. En effet, c'est lorsqu'un glacier, sortant de la vallée qui l'enserme, débouche dans la plaine et s'étend librement sur une surface plane ou peu accidentée, qu'il devient intéressant d'étudier la disposition des dépôts glaciaires, leurs rapports avec les terrains sous-jacents, la distribution des blocs erratiques, la présence des cailloux rayés et des amas de boue glaciaire, la forme des roches moutonnées, polies et striées, la configuration des lacs, l'existence d'une nappe de loess et toutes les autres traces que le glacier disparu a laissées après lui.

Origines de l'ancien glacier de la vallée d'Argelès.

C'est autour des pics Long de Néouvielle, de Vignemale, et dans les cirques de Gavarnie et de Troumouse, qu'on retrouve encore les faibles restes du grand glacier qui occupait jadis la vallée d'Argelès et ses affluents. Il descendait de la crête des Pyrénées, frontières de la France et de l'Espagne, et ses racines s'étendaient de l'est à l'ouest, depuis le pic Cuje-la-Palas ou Mourrous jusqu'au cirque d'Héas ou de

Troumouse, sur une longueur de 50 kilomètres environ. La vallée principale, celle d'Argelès, aboutissait, en se ramifiant, aux vastes cirques de Gavarnie, des Oulettes, d'Estaubé et de Troumouse. Ces cirques, déjà très-élevés, sont dominés par des sommets tels que le pic Montherrat, ceux de Lourdes, de Crabère, Bernatoire, Blanc, entre les deux ports, de Gabietou, la Brèche de Roland, le Casque, les tours et le pic de Marboré, celui d'Estaubé, le mont Arrouye, et enfin le pic de Troumouse, sommets dont l'altitude est comprise entre 2,500 et 3,253 mètres, hauteurs du pic de Crabères et du pic de Marboré.

L'affluent de la vallée de Cauterets prenait sa source dans les petits cirques au pied du Vignemale, élevé de 3,290 mètres, et de quelques autres sommets dont l'altitude moyenne est de 2,940 mètres au-dessus de la mer.

L'affluent de la vallée d'Arrens, plus à l'ouest, est dominé par de nombreux pics, tous compris entre 3,140 mètres, hauteur du pic de Cristail, et celui de Courouaou qui s'élève encore à 2,692 mètres.

Le seul affluent considérable à l'est, celui de Baréges, aboutit au pied du pic du midi de Bagnères (altitude, 2,877 mèr.), de Néouvielle, de l'Heurtet, de Listres, de Madamette et du pic d'Aubert, qui est élevé de 3,092 mètres. Les autres sommets dépassent tous 2,300 mètres.

On ne saurait imaginer une disposition orographique plus propice à l'établissement d'un grand glacier, en supposant un ensemble de conditions météorologiques différentes de celles qui constituent actuellement le climat des Pyrénées. Sommets élevés entourant de grands cirques de réception dans lesquels les neiges s'accumulent en hiver, se conservent en se transformant en névé pendant l'été; vallée principale longue de 47 kilomètres, dirigée vers le nord, et dominée à l'est et à l'ouest par des sommets rapprochés dont l'altitude absolue est en moyenne de 2,800 mètres et qui s'élèvent de 1,500 à 1,800 mètres au-dessus du *thalweg* de la vallée, tout semble réuni pour favoriser le développement du glacier de la vallée d'Argelès. De grands affluents venaient en outre renforcer la masse principale dès son origine : sur la rive gauche, celui du Pla de Saussé, descendant du cirque des Oulettes et débouchant au-dessous de Gavarnie; sur la rive droite, les affluents des cirques d'Héas et d'Estaubé réunis, et sur la rive gauche celui d'Aspé rejoignant à Gèdre le glacier principal. Au niveau de

Luz, l'affluent de Baréges ayant 15 kilomètres de long. Plus bas, à Pierrefitte, le puissant glacier de Cauterets, long de 23 kilomètres, s'ajoutait à la rive gauche, qui plus bas encore recevait les deux affluents du gave d'Arrens (25 kilomètres) et du gave de Labat (22 kilomètres), réunis à Bun avant de déboucher au niveau d'Argelès, dans la vallée du même nom.

Tel est l'ensemble orographique au milieu duquel s'est développé pendant la période de froid le glacier de la vallée d'Argelès, le plus grand du revers septentrional de la chaîne. Sa longueur totale, depuis les tours de Marboré jusqu'au village d'Adé, où se trouvent ses dernières moraines terminales, était de 53 kilomètres (Voy. Pl. II, fig. 1). Cette longueur n'a rien qui doive étonner l'imagination, puisqu'il existe encore actuellement dans l'Himalaya des glaciers, mesurés par les capitaines Montgomerie et Godwin-Austen (1), plus longs que l'ancien glacier de la vallée d'Argelès. Calculant la pente générale de la surface, en prenant les altitudes du pied des Tours de Marboré ou du sommet de la cascade de Gavarnie, nous arrivons par deux résultats concordants à lui assigner une pente générale moyenne de 0^m,039.

Des traces qu'un ancien glacier disparu laisse après lui.

Avant de commencer la description de l'ancien glacier de la vallée d'Argelès, le lecteur nous permettra de lui rappeler en peu de mots quelles sont les traces qu'un grand glacier tel que celui que nous allons décrire laisse après lui ; elles sont de deux sortes : les unes, résultat de l'action mécanique de la masse de glace, descendant sans cesse dans la vallée qui l'enserme, usant, polissant et striant les roches même les plus dures ; les autres consistant en dépôts de matériaux meubles que le glacier transportait à sa surface, matériaux formant les *moraines superficielles*, composées uniquement de blocs et de fragments de toute grosseur, tombés des montagnes voisines. Ces débris, entraînés par le glacier, forment de véritables convois de fragments de roche de toute grosseur, depuis le grain de sable jusqu'à des blocs mesurant 50 et même 100 mètres cubes de volume (2).

(1) Voyez, sur ce sujet, Charles Marlins, *Revue des Deux-Mondes*, 15 janvier 1867, p. 410.

(2) Voir, pour plus de détails, le mémoire et la planche de M. Éd. Collob sur les glaciers actuels, *Annales des Mines*, t. XI, p. 177, 1857.

Quelques-uns de ces convois, reposant sur la rive droite et sur la rive gauche, constituent les *moraines latérales*, dont la hauteur au-dessus du thalweg coïncide avec celle de la surface du glacier. Quand un glacier est simple, il n'a que des moraines latérales; mais s'il est composé de plusieurs affluents, comme celui qui nous occupe, on observe des *moraines médianes* plus ou moins rapprochées de l'axe du glacier. En effet, au confluent de deux glaciers, la moraine latérale gauche de l'un s'adosse à la moraine latérale droite de l'autre, et toutes deux constituent une *moraine médiane*. Dans l'espèce, le glacier de la vallée de Baréges venant rejoindre celui d'Argelès au niveau de Luz, la moraine latérale gauche du premier s'adossait à la moraine latérale droite du second, et les deux traînées de matériaux réunies formaient une moraine médiane partant du promontoire qui sépare la ville de Luz de celle de Saint-Sauveur. De même, plus bas, la moraine latérale droite du glacier de Cauterets rejoignait la moraine latérale gauche du glacier principal, et de leur réunion résultait une moraine médiane dont le point de départ est au pied du pic de Viscos. Les matériaux des moraines superficielles étant transportés doucement, lentement, sans secousses, à la surface du glacier, ne sont soumis à aucune action mécanique, leurs angles et leurs arêtes ne sont pas émoussés; ils restent tels qu'ils étaient au moment de leur chute, sauf les dégradations et les morcellements dus aux agents atmosphériques qui modifient le volume et la forme des roches altérables, mais n'ont aucune action sur celles qui ne le sont pas.

Tous ces matériaux, tombés des montagnes voisines, ne restent pas à la surface du glacier; les uns s'engagent entre la glace et les parois de la vallée, les autres tombent dans les crevasses toujours béantes du glacier; les uns et les autres finissent par gagner le fond, et forment au-dessous de la masse du glacier un dépôt connu sous le nom de *moraine profonde*. Ces matériaux, pressés entre le glacier qui se meut et les roches dures qui l'encaissent, sont soumis comme elles à l'action mécanique du puissant laminoir qui les entraîne en les broyant; ces blocs, ces cailloux sont donc frottés, usés, burinés dans tous les sens, ce sont les *cailloux rayés*; les autres, réduits à l'état de sable ou de poudre impalpable, forment la *boue glaciaire*, véritable émeri toujours imbibé d'eau auquel sont dues les stries de la roche en place et les raies des cailloux mobiles qui composent la moraine profonde. Cette boue joue encore

en géologie un rôle qui n'est pas sans importance ; elle ne reste pas toujours en place dans les moraines ; l'eau des torrents qui s'échappent des glaciers en est chargée ; elle est ensuite transportée au loin par les cours d'eau, et contribue pour une bonne part à la formation des dépôts de loess.

A son extrémité inférieure, le glacier lui-même édifie un troisième genre de moraines. Tous les matériaux composant les moraines superficielles, arrivés à l'escarpement terminal du glacier, par suite de sa progression incessante, tombent, chacun à leur tour, du haut de cet escarpement de glace, et forment ainsi, en s'accumulant, des digues concentriques qui entourent le talus final du glacier, mais reposent sur le sol qui le porte. Ces moraines se nomment *terminales* ou *frontales* ; et, tandis que les moraines superficielles sont sensiblement parallèles à l'axe du glacier, celles-ci lui sont perpendiculaires.

Imaginons maintenant que le glacier disparaisse par la fusion, en reculant lentement ; voyons quelles traces il laissera de son existence antérieure. Nous ne supposons rien que l'observation des glaciers actuels n'ait permis de constater maintes fois, depuis que l'on observe ceux de la Suisse, dans les vallées habitées de Grindelwald, de Zermatt, du haut Valais et de Chamonix en Savoie. Quand le glacier fond, son extrémité inférieure recule, découvre sa moraine profonde et s'éloigne de sa moraine terminale ; mais, en même temps, la glace disparaissant, les blocs des moraines médianes superficielles rejoignent la nappe formée par la moraine profonde, à laquelle ils se superposent ; ceux des moraines latérales restent suspendus sur les contre-forts de la vallée, où ils forment de longues traînées dont la hauteur au-dessus du *thalweg* est celle du glacier disparu ; ce sont les plus apparentes. Les moraines médianes réunies à la moraine profonde le sont moins ; en effet, depuis l'époque glaciaire, les alluvions du cours d'eau qui a remplacé le glacier, les éboulements, les deltas de déjection des torrents éteints ou en activité, en un mot toutes les causes sans cesse agissantes pour combler les vallées, enfouissent peu à peu les blocs et les cailloux rayés, qui ne sont visibles que dans certaines érosions du terrain, ou lorsque des travaux tels que les déblais d'une route, les tranchées d'un chemin de fer ou le creusement des fondations d'un édifice, découvrent la couche glaciaire sous la couche alluviale qui la recouvrait. Il en est de même des roches polies et striées ; invisibles, en général, au

fond de la vallée, elles sont parfaitement reconnaissables sur les contre-forts latéraux.

Nous savons maintenant quelles traces un glacier disparu laisse après lui ; appliquons ces notions à l'étude de celui de la vallée d'Argelès telles qu'elles se montrent, depuis son origine, dans le cirque de Gavarnie, jusqu'aux environs de la ville de Lourdes.

Traces de l'ancien glacier de la vallée d'Argelès.

Transportons-nous au haut de la vallée, au centre du cirque de Gavarnie. Sur les assises crétacées et tertiaires qui forment les gradins de cet immense amphithéâtre, nous voyons encore les glaciers qui sont les restes de celui que nous allons étudier. Descendus des flancs du Taillou, des escarpements de la Brèche de Roland et du pied des Tours de Marboré, ils ne dépassent pas le bord des gradins qui les supportent. Réunis jadis, ils descendaient dans le cirque de Gavarnie, et le remplissaient comme ceux des Alpes remplissent aujourd'hui les cirques qui avoisinent le mont Blanc et la Jungfrau. Dans le cirque même de Gavarnie nous voyons la dernière moraine terminale que le glacier a déposée en se retirant ; composée de blocs calcaires, de grès nummulitiques et de brèches fossilifères, elle sépare la portion la plus reculée du cirque du bassin à fond horizontal et nivelé qui le précède ; ce fond est uni comme celui de toutes les hautes vallées de la Suisse, et comme eux il mériterait le nom de *Boden* ou plancher, qui leur a été donné.

La vallée de Gavarnie, qui succède au cirque, porte sur ses contre-forts les traces de l'ancien glacier qui l'a occupée. Deux longues terrasses la dominent dans toute sa longueur, depuis Gavarnie jusqu'à Gèdre. L'une, à droite, appelée montagne de Coumely, forme le piédestal des pics de Pimené et de Larrue ; l'autre, à gauche, se nomme la montagne de Saugué. Les pâturages à surface inégale, ondulée, de la montagne de Coumely, parsemés de granges à foin et d'étables pour les moutons, indiquent déjà aux yeux exercés du géologue glacialiste une ancienne moraine recouverte d'un tapis végétal de graminées et de plantes alpines, dont les matériaux désagrégés du dépôt glaciaire ont favorisé la croissance. De l'autre côté, la montagne de Saugué forme un contraste frappant avec celle de Coumely. Sa surface nue, composée de schistes bruns et de quartzites à formes moutonnées, contraste par sa couleur et sa stérilité avec

les verts pâturages de Coumely. Les blocs erratiques des deux montagnes sont peu caractéristiques, et cela pour deux raisons : 1° les roches du cirque de Gavarnie sont des calcaires et des grès friables qui, ne résistant pas aux agents atmosphériques comme le granite, ont dû disparaître avec le temps ; 2° les montagnes qui dominent ces deux terrasses sont composées de roches minéralogiquement très-variées : quartzites, schistes micacés, argileux, ferrugineux, calcaires divers, marbres, etc., roches se désagrégeant toutes facilement ; aussi est-il difficile de distinguer les blocs erratiques de ceux d'éboulement. Mais les roches moutonnées de la montagne de Saugué, les anciennes moraines ravinées par les eaux des pâturages de Font-Grane, à l'extrémité sud de la terrasse de Coumely, et celles de Soula à l'extrémité nord de la montagne de Saugué, au-dessus de Gèdre, dénotent suffisamment l'origine glaciaire de ces deux terrasses ; le glacier a poli et usé les escarpements de la gorge où se trouve l'éboulement appelé le *Chaos* ; on remarque sur la droite de la route une protubérance composée de roches moutonnées, polies, striées, et portant des blocs erratiques. Des roches semblables se remarquent sur la droite de la route, à la descente sur le village de Gèdre.

L'un de nous a mesuré la hauteur des deux terrasses de Coumely et de Saugué, à l'aide d'un baromètre de Fortin, comparé au grand siphon de M. Maxwell-Lyte, à Bagnères-de-Bigorre, dont les observations correspondantes ont servi de base aux calculs (1).

Les granges de Coumely sont à 1,730 mètres d'altitude et à 740 mètres au-dessus du confluent des deux Gaves à Gèdre. A 30 mètres au-dessus des granges nous avons encore trouvé des cailloux de schistes noirs, usés et rayés ; le glacier, pendant son maximum d'extension, s'élevait donc au-dessus de la terrasse. Les granges de Font-Grane sont à 1,690 et à 790 mètres au-dessus du confluent du Gave. Muni d'un niveau à bulle d'air et à réflexion de Meyerstein, nous avons pu mesurer la limite des roches moutonnées de la montagne de Saugué située en face, et déterminer ainsi ce que M. Desor et les géologues suisses après lui ont appelé : *La limite des polis*. Je l'ai trouvé de niveau avec le lambeau morainique sur lequel nous étions

(1) Les calculs eux-mêmes ont été faits par notre ami M. Parès, avec le soin et la sagacité dont il a déjà donné tant de preuves.

placés à Font-Grane. Les cotes de la carte de France indiquent 1,658 pour les granges de Font-Grane, et 1,652 et 1,649 pour la montagne de Saugué.

Un autre lambeau morainique butant contre la montagne de Suberpeyre, au-dessus de Gèdre, prolongement de la montagne de Saugué, est également de niveau avec la terrasse morainique de Font-Grane et à 659 mètres au-dessus du Gave. On peut donc admettre que, pendant une longue période de son existence, le glacier d'Argelès avait, dans la vallée comprise entre Gèdre et Gavarnie, une puissance de 750 mètres environ.

A Gèdre même, M. Émilien Frossard a trouvé, dans les déblais de la nouvelle route, des blocs erratiques de grès crétacé, jaune et friable avec *Ostrea carinata* du cirque de Gavarnie. C'est à Gèdre que commence le granite en place dans la vallée d'Argelès, et, quoiqu'il disparaisse bientôt vers le sud sous les terrains plus modernes, nous ne nous étonnerons pas de trouver en aval de ce village des blocs de granite blanc à l'état erratique.

Entre Gèdre et Luz, on aperçoit çà et là ces lambeaux morainiques et ces roches à formes arrondies qui se trouvent dans toutes les vallées pyrénéennes; des blocs erratiques de granite se trouvent sur les deux flancs de la vallée en aval du triple pont de Scia, près du torrent de Lassariou. Un rocher schisteux arrondi, placé entre la dernière cascade et le Gave, est entièrement recouvert de ces blocs.

Arrivé à Luz, l'ancien glacier de la vallée d'Argelès recevait le puissant affluent de la vallée de Baréges. Il était intéressant d'étudier les traces qu'il a laissées de son passage sur ce point. Placé sur le pont de Luz à Saint-Sauveur, on peut apercevoir, à l'œil nu ou armé d'une lorgnette, des blocs erratiques blancs qui entourent les granges d'Abié. Désireux de les voir de plus près, l'un de nous partit de Luz muni de son baromètre, en traversant le village d'Asté. A 500 mètres environ au-dessus du Gave, il rencontra le premier bloc erratique en face de Saint-Sauveur; à partir de ce point, ils deviennent communs dans les bois de hêtre qui tapissent le flanc de la montagne, et on peut les suivre jusqu'à la plus élevée des granges d'Abié, au pied et sur le chemin du pic Bergons. Les derniers blocs erratiques des granges d'Abié sont à 1,610 mètres et à 924 au-dessus du Gave, sous le pont Napoléon. Le niveau à bulle d'air permit de constater que les blocs erratiques du contre-fort op-

posé s'arrêtent à peu près à la même hauteur au-dessus des villages de Sassis et de Sazos.

A Luz comme à Gèdre, M. Émilien Frossard a trouvé près des ruines des tours de Sainte-Marie des blocs erratiques de grès friable, provenant des assises crétacées du cirque de Gavarnie. En descendant la vallée, on observe des moraines à l'entrée de la gorge étroite de Pierrefitte, et dans cette gorge même, plaqués contre la montagne sur la rive gauche du Gave, des lambeaux morainiques formant des terrasses recouvertes de gras pâturages. Au sortir de la gorge, sur la droite et au niveau de la route, les schistes sont polis sur leur tranchant, lustrés et creusés par des marmites de géant (*pot-holes*) à section circulaire. Là, le glacier recevait le plus puissant de ses affluents, celui qui lui apportait les matériaux erratiques les plus nombreux et les plus indestructibles, les granites de la vallée de Cauterets. Le pic de Viscos (2,141), si remarquable par sa forme pyramidale, était le promontoire au pied duquel se réunissaient les deux glaciers, comparable à l'*Abschwung*, qui sépare les glaciers actuels du Lauter-Aar et du Finster-Aar, dont la réunion forme le glacier inférieur de l'Aar, si bien étudié par MM. Agassiz, Desor, Vogt et Dollfus-Ausset.

Une immense moraine latérale gauche, parfaitement dessinée sur la feuille de Luz de la carte de France, s'étend de l'entrée de la gorge de Cauterets jusqu'à Saint-Savin, sur une étendue de 2 1/2 à 3 kilomètres. Profondément découpée par les eaux qui l'ont ravinée, ses bords sont festonnés par de larges échancrures. Elle porte les cotes de 1,233, 1,303, 1,318 et 1,244, preuve qu'elle est sensiblement horizontale. La surface est en pâturages, et serait désignée sous le nom d'*Alp* par les fruitiers de la Suisse. L'un de nous a étudié plus spécialement cette moraine au-dessus du village d'Arcizans, en compagnie de M. Arthur Jones de Taunton, ecclésiastique anglais qui habitait alors Argelès. De ce point on reconnaît que les flancs de la montagne de l'Escorne-Crabbe sont déchirés par des ravins creusés dans du terrain meuble. Pour un œil exercé, ce sont d'anciennes moraines. Les flancs de la montagne au-dessus d'Arcizans sont couverts d'innombrables blocs erratiques de granite blanc à mica noir. Aux pâturages de Comès, le baromètre démontre qu'ils sont à 1,015 mètres, et à 600 mètres au-dessus du Gave de Pau. En nous élevant sur la moraine, nous remarquâmes des cailloux rayés et d'énormes blocs granitiques faisant saillie au milieu des débris qui les retenaient en place.

De ce point, je constatai, à l'aide du niveau que le pic de Gez (1,097 mètres), qui domine Argelès, est entièrement couvert de blocs erratiques, et M. Arthur Jones s'est assuré depuis qu'ils étaient également granitiques. Nous reconnûmes encore avec la lorgnette que les blocs accumulés sur la montagne située au-dessus des villages d'Ost et de Vidaloz s'arrêtent à une hauteur très-rapprochée de celle à laquelle nous étions nous-mêmes. Tous ces chiffres, comparés les uns aux autres, donnent à l'ancien glacier de la vallée d'Argelès une puissance de 790 mètres au niveau de la ville du même nom.

La ville d'Argelès est elle-même bâtie sur une moraine granitique fort basse, correspondant à l'époque de retrait du glacier; couverte de châtaigniers, elle s'étend sous la forme d'une longue colline en aval d'Argelès jusqu'au village d'Ost, jouant à la fois le rôle de moraine latérale gauche pour le grand glacier d'Argelès, et de moraine terminale pour le glacier affluent par la vallée de Salles. Dans les environs d'Argelès, MM. Émilien Frossard et Arthur Jones ont trouvé à l'état erratique des fragments de la roche devonienne, avec *Retepora reticularis*, originaire du port de la Prade de Gavarnie. La conservation des empreintes délicates de ces polypiers montre que dans ce long trajet ils n'ont été ni roulés par les eaux, ni entraînés entre le glacier et ses parois, mais transportés sans frottement à sa surface, depuis le cirque jusqu'au point où la fusion de la glace les a déposés.

Nous voici parvenus à l'extrémité inférieure de la vallée d'Argelès, au point où elle débouche dans la plaine sous-pyrénéenne (Voy. la carte, Pl. II, fig. 7, ou la feuille de Tarbes de la carte de France). A droite, le pic de Jer s'élève à 950 mètres. Nous voulûmes déterminer sur ses flancs la limite extrême des blocs et mesurer ainsi l'épaisseur du glacier à la sortie de la vallée d'Argelès.

Moraine latérale droite. — Le 24 octobre 1866, au matin, nous allâmes planter notre baromètre au moulin de la Tour (370 mètres), sur les bords du Gave de Pau, et nous nous élevâmes sur le revers occidental du pic de Jer. A mesure que nous montions, les blocs de granite blanc devenaient plus communs, au col qui sépare le grand du petit Jer; à 653 mètres et 283 mètres au-dessus du Gave, nous nous trouvâmes dans un véritable champ de blocs.

Continuant à monter, nous marchions toujours au milieu des

blocs; ils étaient moins nombreux et cessèrent peu à peu (Voy. Pl. II, fig. 2). Le baromètre, près du dernier, nous donna une altitude de 820 mètres ou 450 mètres au-dessus du Gave. De ce point au sommet du pic (950 mètres), nous n'en trouvâmes plus un seul.

Sur le flanc oriental du pic, en descendant vers Louzourme, nous rencontrâmes les premiers débris erratiques à 160 mètres au-dessous du sommet, par conséquent à 420 mètres au-dessus du Gave.

Ce chiffre confirme le précédent (450 mètres) et nous fournit une seconde limite de l'épaisseur du glacier. Le sommet du pic de Jer formait donc, à l'extrémité du glacier d'Argelès, un îlot découvert analogue au *Jardin* de la mer de glace de Chamonix. Sur le revers oriental, à 40 mètres au-dessous de la cote 420 mètres, les blocs de granite blanc redeviennent très-communs; quelques-uns, véritablement énormes, gisent près du monticule dolomitique situé au S. S. O. de Louzourme. Nous en notâmes d'autres autour d'Antalos, et depuis ce village jusqu'aux bords de la Nés, affluent du Gave de Pau, dont les ardoisières exploitées permettent de voir la coupe du terrain, on reconnaît que la montagne est recouverte d'un revêtement morainique sur lequel reposent de nombreux blocs erratiques.

Moraine médiane. — Nous connaissons la moraine latérale droite du glacier. Une disposition orographique spéciale nous permettra d'étudier la moraine médiane enfouie dans les parties supérieures de la vallée sous les alluvions modernes du Gave. En s'approchant de Lourdes, on voit à l'ouest une croupe de montagnes couverte de blocs erratiques, dont quelques-uns se profilent sur le ciel: c'est le Béout, dont le sommet est élevé de 792 mètres au-dessus de la mer et de 422 mètres au-dessus du Gave. Semblable à une borne gigantesque, le Béout s'élève au milieu de la vallée dont le pic de Jer et la montagne d'Exh sont les contre-forts. C'est donc le fond même de l'ancien glacier que nous allons étudier; son action sur la roche sous-jacente se montre avec la dernière évidence. Tous les monticules calcaires qui bordent la route entre Lourdes et le pic de Jer sont moutonnés; mais les actions atmosphériques ont détruit les surfaces polies et effacé les stries. Si, traversant le Gave de Pau, on se dirige par Aspin-les-Angles vers le contre-fort méridional du Béout, on rencontre de nombreux blocs erratiques de granite blanc et de schistes. A mesure qu'on s'é-

lève, les blocs deviennent plus nombreux, et à 300 mètres au-dessous du sommet ils recouvrent entièrement le sol et présentent ces positions bizarres, ces entassements, ces états d'équilibre instable qu'on admire dans les grandes moraines des glaciers actuels. La pente calcaire sur laquelle ils reposent a été sillonnée et creusée par les eaux; c'est une véritable *Karrenfeld*. L'un de ces blocs, reposant sur deux autres beaucoup plus petits (Pl. II, fig. 8), a 4^m,45 de longueur. Circulant au milieu de ces blocs, on arrive à la crête et l'on se trouve près de ceux qui se profilent sur le ciel quand on regarde le Béout en sortant de la ville de Lourdes; le plus méridional de tous a 4^m,50 de long, 3^m,70 de large et 3 mètres de haut; il repose sur du gravier erratique. Un autre, situé plus haut et formant une voûte servant de refuge aux bergers, nous parut le plus gros; il a 6^m,60 de long, 3^m,30 de large et 2^m,50 de haut. Devant lui, à l'est, sur la pente qui regarde Lourdes, s'en trouve un autre dont l'aspect est plein d'enseignement (Pl. I, fig. 9). Incliné de 30° à l'horizon dans le sens de la pente du versant, il repose sur un piédestal calcaire de 1^m,50 de haut sur 1^m,00 de large, qu'il surplombe des deux côtés de 1^m,55 vers le haut de la montagne, et de 0^m,75 vers le bas. Le bloc protégeant le calcaire situé au-dessous de lui contre l'action destructive des agents atmosphériques est resté *perché* sur un piédestal dont la hauteur nous permet d'estimer l'épaisseur de la couche calcaire enlevée. Au-dessus de ce monolithe, leur nombre ne diminue pas; on aperçoit d'autres blocs perchés; enfin le sommet lui-même (792 mètres, 422 mètres au-dessus du Gave) est un champ de blocs; tous les flancs de la montagne en sont couverts. Nous savons donc déjà que le glacier passait par-dessus le sommet du Béout, et que son épaisseur sur ce point a atteint au moins 422 mètres. Sur la crête septentrionale du Béout, on rencontre encore beaucoup de blocs erratiques, les uns entiers, d'autres brisés dans leur chute, puis ils cessent à 200 mètres environ au-dessus du torrent.

La croupe du Béout, près de Lourdes, correspond au pic de Gez, près d'Argelès. Tous deux sont couverts jusqu'à leur sommet d'innombrables blocs erratiques, tous deux nous donnent pour l'épaisseur du glacier un chiffre minimum qui ne laisse prise à aucune objection, savoir : 682 mètres à Argelès et 422 mètres à Lourdes.

Moraine latérale gauche (Voy. Pl. II, fig. 2, et la carte fig. 7).

Déjà, du sommet du Béout, nous avons remarqué une ligne

de blocs au pied du cône dénudé du Soum d'Exh (914 mètres). Pour y arriver, on traverse les villages d'Aspin-les-Angles, d'Ossun et d'Omex. Ce dernier est bâti sur une ancienne moraine et entouré d'innombrables blocs erratiques. Arrivés sur le bord du plateau qui porte le cône terminal, nous en avisâmes un qui mesurait 9^m,50 de long et 4^m,50 de large ; il s'était brisé dans sa chute. Les derniers forment une ligne sensiblement horizontale, dont le point le plus élevé est à 777 mètres et à 407 mètres au-dessus du Gave.

Le profil (Pl. II, fig. 1) qui accompagne ce mémoire nous donne, pour l'épaisseur du glacier, les chiffres suivants : à Gèdre, 850 mètres ; à Saint-Sauveur, 800 mètres ; à Pierrefitte, 675 mètres ; à Argelès, 600 mètres ; au pic de Jer, 412 mètres. Ces chiffres ne sont pas tout à fait d'accord avec ceux que nous avons obtenus par des mesures barométriques directes. Ainsi, à Gèdre nous avons trouvé 659 mètres (montagne de Saugué) ; à Saint-Sauveur, 924 mètres ; à Argelès, 792 mètres ; au pic de Jer, 430 mètres. Voici la cause de ces différences : pendant sa longue existence, un glacier ne conserve ni la même longueur ni la même épaisseur, et ne dépose pas toujours des moraines également puissantes sur ses contre-forts ; en effet, la puissance de ces moraines dépend de la quantité de matériaux qui tombent sur les glaciers, ou, en d'autres termes, des éboulements qui ont lieu dans les montagnes. Or, rien de plus capricieux et de plus variable que le nombre et le volume de ces éboulements. Nous en avons été témoin pendant les étés où nous habitons le glacier de l'Aar avec MM. Agassiz, Desor et Dollfus-Ausset. Les moraines latérales peuvent correspondre à l'épaisseur maximum, minimum ou moyenne du glacier. Ne voyons-nous pas, à Argelès, une moraine élevée de 792 mètres au-dessus du Gave et une autre élevée à peine de 100 mètres, au débouché de la vallée, l'une à 320 mètres, l'autre à 450 mètres ? Ces moraines correspondent évidemment à des épaisseurs *maxima* et *minima*.

Nous ne dirons rien des traces que les affluents de l'ancien glacier d'Argelès ont laissées de leur existence dans les vallées qui débouchent dans celle du Gave de Pau (Voy. Pl. II, fig. 3), espérant que quelque jeune géologue pyrénéen complétera un jour ce travail et achèvera le tableau que nous avons ébauché (1).

(1) Au moment de mettre sous presse, nous recevons le *Bull. de la soc. Ramond, Bagnères-de-Bigorre, janv. 1868*. M. Émilien Frossard y raconte

Nous lui signalerons les immenses moraines qui entourent la station thermale de Barèges ; elles descendent presque jusqu'à Luz , car la plus inférieure supporte le village de Serts , et les blocs erratiques descendent jusqu'au bord de la route. Dans l'affluent de Cauterets , les roches granitiques moutonnées qui entourent le pont d'Espagne n'ont de comparable que celles de la Handeck, dans le canton de Berne en Suisse. Quand on compte le nombre immense de petit lacs qui se trouvent dans les hautes vallées des Pyrénées, il est impossible que beaucoup d'entre eux ne doivent leur existence à d'anciennes moraines, comme ceux d'Oo et de Lourdes. Il serait intéressant de les signaler, car l'intime relation qui lie la présence des lacs aux terrains glaciaires est une des questions qui fixent en ce moment l'attention des géologues quaternaires et l'une de celles qui doivent jeter un grand jour sur les modifications profondes que les glaciers ont amenées dans le régime des rivières qui traversent leur ancien domaine.

Moraine terminale.

Sortons de la vallée d'Argelès, et étudions la moraine terminale telle qu'elle se développe au N. de Lourdes : elle forme (Voy. Pl. II, fig. 7, ou la feuille de Tarbes de la carte de France) un grand arc de cercle de 4 à 5 kilomètres de rayon, passant par les villages de Peyrouse, Loubajac, Adé, Juloz et Arcizac-les-Angles. Sortant de Lourdes, sur le chemin de la grotte miraculeuse, près d'un ruisseau au bord duquel se trouve une scierie, il suffit de le remonter de 200 mètres pour trouver les deux sources qui lui donnent naissance ; les rochers qui le dominent offrent de grandes surfaces polies et striées. En revenant à la route et marchant vers la grotte, on remarque des exploita-

une ascension qu'il fit au mois de juillet 1867 au pic d'Ardiden (2,670 m.); il a découvert, au débouché de la vallée du Lisey dans celle des Cauterets, une ancienne moraine d'une immense épaisseur et d'une forme remarquable. « Cette moraine a été coupée à sa base par le grand glacier de la vallée de Cauterets, et, tous les ans, la pluie et la fonte des neiges en entraîne les blocs et la boue dans la vallée inférieure, de sorte que, vue d'en bas, elle présente une tranche assez nettement coupée, extrêmement épaisse, et qu'il faut contourner pour arriver aux pâturages qui la dominent. Au haut de cette moraine on se trouve sur un plateau encaissé par les montagnes de presque tous les côtés. Ce plateau se termine du côté de Cauterets par cette moraine et par le précipice formé par l'érosion de sa tranche. » (Page 25.)

tions du calcaire jurassique. Partout où la surface de la roche a été mise à nu, elle est polie et striée; les stries sont dirigées du S. S. E. au N. N. O. Le rocher calcaire qui surplombe la grotte était lui-même une roche moutonnée, comme nous l'avons constaté avant la construction de l'église actuelle. Derrière l'église, la montagne est revêtue d'une couche de boue glaciaire renfermant des cailloux rayés; l'amas se continue plus loin, et la route présente la coupe d'une moraine avec blocs de granite, de schiste, de calcaire et d'ophite. La moraine est surmontée d'une terrasse assez régulière, couverte de prairies et semée de blocs, les uns calcaires, éboulés de la montagne, les autres erratiques. La coupe (Pl. II, fig. 4), dirigée du S. E. au N. O. de la grotte au lac de Lourdes, montre comment les collines crétacées succèdent aux montagnes jurassiques et la distribution des matériaux erratiques sur les unes et les autres.

Nous ne quitterons pas ce point sans parler de l'angle droit que fait le Gave de Pau en sortant de la vallée d'Argelès : c'est le rocher jurassique qui porte le château de Lourdes, ce sont les schistes crétacés plongeant vers le S. qui le détournent brusquement vers l'O. et le forcent à couler de l'E. à l'O., au lieu de continuer son cours dans la direction du S. au N. On s'en assure en descendant dans la ville de Lourdes vers les tanneries qui sont au bord du torrent, et en longeant pendant quelque temps sa rive droite. On voit les schistes crétacés qui font saillie dans le lit même du Gave, et on constate que les dépôts de transport sont complètement étrangers à ce changement de direction, comme ils le sont près de Martigny en Valais à celui du Rhône qui tourne également à angle droit pour se jeter dans le lac de Genève.

Portion occidentale de la moraine terminale.

Examinons maintenant la partie occidentale de la moraine terminale de l'ancien glacier d'Argelès. La route de Lourdes à Saint-Pé et le chemin de fer de Lourdes à Pau nous offrent deux coupes superposées du terrain morainique (Pl. II, fig. 4). Près de la gare de Lourdes, une profonde excavation, faite pour obtenir des matériaux de remblai, a mis à nu des blocs anguleux de 1 à 2 mètres de granite blanc, de schistes ferrugineux, anguleux ou arrondis par le frottement. C'est là que M. Émilien Frossard a trouvé des grès crétacés friables du cirque de Gavarnie, avec oursins, *Pecten*, *Ostrea vesicularis*, *O.*

larva et polypiers. Plus loin, sur le passage à niveau de la route de Poueyferré, on voit une coupe de la moraine avec blocs et cailloux granitiques décomposés, sable et boue glaciaire. Plus loin, une grande surface d'emprunt, pour laquelle on a profondément entamé la moraine, montre un escarpement composé des matériaux les plus disparates : granites, calcaires noirs, marbres blancs, schistes, boue et sable glaciaires, contenant des blocs rayés de 3 mètres de long. Les blocs de calcaire noir présentent des raies aussi distinctes que celles que portent les cailloux analogues qu'on recueille sous le glacier de Grindelwald. Après le passage à niveau sur la route de Saint-Pé, le chemin de fer est tracé sur les alluvions du Gave; la route est au-dessus; on se trouve en face des bois de Subercarrère. Si, traversant la route, on monte sur les collines situées entre le Gave et le lac de Lourdes, on observe un grand nombre de blocs granitiques à partir du Gave jusqu'en haut. Quelques-uns de ces blocs seraient remarquables même dans les Alpes. L'un d'eux, fendu par le milieu, mesure 7 mètres sur 4^m,30. Un autre, au sommet de la colline (180 mètres au-dessus du Gave), repose par ses extrémités (Pl. II, fig. 10) sur trois autres plus petits; sa longueur est de 5^m,60, largeur 2 mètres, hauteur de la voûte au-dessus du sol 0^m,93. Toutes les collines environnantes sont couvertes de fougères, restées incultes à cause du nombre prodigieux de blocs qui les remplissent; de la plus élevée on découvre le petit lac de Lourdes (421 mètres), long de 1,600 mètres et profond de 14 mètres seulement. C'est un lac morainique (Pl. II, fig. 4) borné en aval par une moraine, au pied de laquelle il finit à l'état de tourbière fangeuse. La longueur de cette tourbière est de 150 mètres environ. La moraine le barrant complètement en aval, il se déverse en amont dans le Gave de Pau, qui coule à 70 mètres au-dessous de lui. L'existence de ce lac, le seul qui soit en dehors de la chaîne des Pyrénées, est un fait notable. Comme la plupart des lacs qui entourent les Alpes, il est lié à la configuration du terrain glaciaire et présente le caractère le plus frappant de beaucoup de ces lacs; son écoulement en amont le range dans la même catégorie que les lacs d'Orta, de Varèse, de Côme, au revers méridional des Alpes et de Gérardmer dans les Vosges. Tous les alentours de ce lac sont couverts de blocs erratiques; ils sont surtout abondants vers son extrémité septentrionale, sur les collines de l'une et de l'autre rive. En continuant à se diriger vers Peyrouse, ils deviennent plus rares, quoiqu'ils soient en-

core abondants dans les bois de châtaigniers qui dominent la chapelle ruinée de Sainte-Marguerite.

De Peyrouse, en marchant vers le N., on côtoie la limite de la moraine. Çà et là un gros bloc se montre près de la route cantonale; les murs de clôture sont construits avec des matériaux erratiques; les bois de chênes et de châtaigniers que traverse le chemin, à un kilomètre de Peyrouse, sont remplis de gros blocs. L'un d'eux, situé sur le bord de la route, mesure 6^m,50 de long sur 4 mètres de haut et autant de large. Au haut de la colline qui porte la villa Moulès, appartenant à M. Fould, les blocs sont plus rares, quoique le sol soit toujours morainique. Au N. O., sur le plateau, nous les voyons diminuer de nombre et de volume et cesser à un kilomètre environ de la villa, au-dessus du village de Loubajac. Le terrain du plateau se compose d'une argile jaunâtre; les clôtures de pacages, d'ajoncs et de fougères sont en terre; c'est la limite extrême de la moraine éparpillée, qui va se raccorder vers l'E. par Loubajac et Bartrès avec les belles moraines terminales du village d'Adé. Entre Loubajac et Poueyferré, les blocs sont encore disséminés; mais entre ce village et le lac de Lourdes, ils sont accumulés en nombre immense dans les champs incultes et dans les bois. C'est donc ce district que nous recommandons aux géologues qui ne pourraient disposer de beaucoup de temps. Après avoir compté, sur le chemin de fer de Tarbes à Lourdes, les sept moraines échelonnées entre Lourdes et Adé, ils prendront la route de Lourdes à Poueyferré; à 2^k,45 de la ville, un bloc pyramidal de lumachelle jurassique (Pl. II, fig. 2), haut de 4^m,50 et fiché dans le sol, marque pour ainsi dire la région des blocs. La route passant près du château ruiné de Saint-Germès est tracée dans le terrain erratique; les blocs sont nombreux et variés: quartzites, granites blancs, schistes maclifères; les plus gros sont autour de la grange appelée *la Bouchède*, dans les bois de châtaigniers. Le plus volumineux, que nous avons mesuré, placé entre trois chênes (Pl. II, fig. 12), a 9^m,50 de long, 7^m,40 de large et 2^m,60 de haut; c'est du granite blanc à mica noir. Un autre se trouve à la lisière du bois, sur le chemin parallèle au lac, au lieu dit *la Canzia*, et est brisé à son quart méridional; il a 6^m,60 de long sur 3^m,30 de large; nous le dédions à notre ami M. Émilien Frossard, de Bagnères-de-Bigorre, qui nous a fait connaître cette localité dès 1864. En allant de ce point vers la villa Moulès, on marche toujours au milieu des blocs, et l'on acquiert la conviction que les moraines de l'ancien glacier de la vallée d'Argelès

s'étendaient en éventail depuis Peyrouse jusqu'à Loubajac.

Considérant la vallée de Lourdes à Adé, que le chemin de fer de Lourdes à Tarbes parcourt dans toute sa longueur, comme l'axe de la moraine de notre ancien glacier, il nous reste à raccorder les blocs de Loubajac et de Poueyferré avec la dernière moraine d'Adé. Entre Loubajac et Bartrès, on ne trouve que des blocs éparpillés ; mais, entre ce village et Adé, les collines sont couvertes de quartzites très-gros, de granites, de schistes maclifères et de quelques blocs de marbre blanc du Vignemale.

Partie orientale de la grande moraine terminale.

La série des moraines terminales comprises entre Lourdes et Adé forme un axe qui divise la moraine terminale de notre ancien glacier en deux portions : l'une, occidentale, plus grande, c'est celle que nous venons de décrire ; l'autre, orientale, plus petite, que nous allons étudier. Revenons donc à Lourdes, notre centre d'opération, et dirigeons-nous vers l'est, dans la vallée de Lézignan, sur la route qui mène dans la vallée de Bagnères-de-Bigorre. En partant de la ville, on remarque déjà des blocs sur le versant septentrional du Pic de Jer, puis on aperçoit bientôt ceux du versant oriental ; de l'autre côté de la vallée, les blocs granitiques et ophitiques sont communs sur la montagne qui domine Lézignan ; ils en atteignent la crête, et descendent sur ses deux versants, qui sont en outre couverts d'un revêtement morainique. Avant d'arriver à Arcizac-les-Angles, la route longe une colline jurassique cotée 497 mètres et 502 mètres. De nombreux blocs erratiques placés sur cette arête se profilent sur le ciel ; ce sont des blocs de granite blanc à mica noir, de quartzite et de schistes noirs. Ces blocs sont les derniers dans cette direction ; on n'en voit plus à l'est d'Escoubès ou d'Orincles. Les premiers que l'on rencontre à l'ouest d'Escoubès sont à la sortie du hameau de Ponts, 544 mètres ; ils deviennent plus communs dans la petite vallée au N. O. de Ponts, près de la ferme de la Pale, et se multiplient à mesure que l'on monte sur le plateau qui porte la cote 602. Ces blocs continuent jusqu'à Juloz et se poursuivent jusqu'à Adé, où ils viennent raccorder la partie orientale de la moraine avec la partie occidentale.

Moraines terminales d'Adé.

Les tranchées du chemin de fer de Lourdes à Tarbes ont coupé une série de moraines terminales, indiquant les points où le glacier, dans sa période de retrait, a stationné plus longtemps.

Les deux premières moraines en partant de Lourdes (Pl. II, coupe 5) se trouvent au contour du chemin de fer lorsqu'il s'infléchit vers le N. Elles se composent de cailloux arrondis, mais portant à leur surface des blocs anguleux. Les deux suivantes sont moins marquées, mais les trois dernières, de 6 à 10 mètres de hauteur situées près du village d'Adé, présentent l'ensemble des caractères qui distinguent les moraines terminales les mieux accusées. On y remarque de gros blocs granitiques, des schistes, des calcaires noirs, en fragments anguleux et arrondis et des lentilles de sable argileux très-fin, véritable boue de glacier. Elles se continuent vers l'O. jusqu'aux contre-forts de la vallée, qui sont couverts de blocs éparpillés.

La sixième moraine (Pl. II, fig. 6) est sous le pont du chemin de fer, et porte le village d'Adé; elle est dirigée de l'E. N. E. au S. S. O. Sa largeur est égale à la longueur du village; sa hauteur varie de 6 à 8 mètres; elle se compose des mêmes éléments que la précédente. La septième et dernière moraine frontale a été coupée par le chemin de fer à son extrémité orientale. Sur le versant S. de cette moraine, on aperçoit un certain nombre de blocs de grès et de veines de quartz. Sur la moraine même, dans le bois de châtaigniers qui la recouvre, gisent de nombreux blocs erratiques de granite. Elle se prolonge vers l'ouest en se raccordant avec l'erratique de Bartrès et de Loubajac.

La dernière moraine d'Adé est suivie d'une surface plane nivelée, véritable *Boden*, comme on les observe si souvent devant les glaciers actuels.

Au delà d'Adé commence la plaine nivelée au milieu de laquelle est située la ville de Tarbes; elle est formée par un sable fin, argileux, jaunâtre, d'une grande épaisseur, correspondant parfaitement au *lehm* ou *loess* de la vallée du Rhin; comme lui, il représente la boue glaciaire entraînée par les eaux pendant et après la période d'extension. La première colline coupée par le chemin de fer, au lieu dit Cazalerès, n'est plus morainique; ce sont des schistes métamorphiques traversés par un dyke d'ophite dont les parties exposées à l'air se décompo-

sent en boules. Près de la surface du lehm, on observe souvent une nappe de cailloux roulés et, çà et là, quelques petits blocs arrondis d'origine pyrénéenne. Ce lehm se prolonge dans la direction de Bordeaux, par Tarbes et Caussade, jusqu'à Aire dans les Landes, sur une longueur de 72 kilomètres; c'est seulement après Cazerès et Grenade sur l'Adour que le sable des Landes, accompagné d'un sol noir et tourbeux, succède au lehm sous-pyrénéen; c'est donc une teinte à changer dans la carte géologique de la France de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, qui prolongent les sables des Landes jusqu'au pied des Hautes-Pyrénées.

Distribution des matériaux erratiques dans la moraine terminale.

Quoique nous ayons indiqué la nature des roches erratiques que nous avons observées sur différents points de la moraine, nous croyons devoir résumer ce que nous avons vu à cet égard, afin de montrer combien cette distribution est d'accord avec les faits que l'on constate sur les glaciers actuels. Nous avons déjà fait observer que l'existence de ces matériaux, sans discontinuité sur toute la surface limitée par une demi-circonférence, depuis Peyrouse jusqu'à Arcizac-les-Angles, passant par Loubajac, Adé et Juloz, prouve que les moraines s'étaient étalées comme elles le sont sur les glaciers actuels de l'Aar (1). D'une manière générale, la moraine s'est beaucoup plus étendue vers l'occident que vers l'orient; cela devait être, puisque les affluents du glacier sont plus nombreux et plus puissants sur la rive gauche que sur la rive droite. Les granites blancs à cristaux de tourmaline, originaires de la vallée de Cauterets, dominant dans la partie occidentale, tandis que les ophites et les quartzites caractérisent plus spécialement la partie orientale. Les ophites ne forment pas de grands massifs, comme le granite; elles se montrent sous forme de boutons épais, au château de Gers, en aval d'Argelès, au village de Cheust, dans la vallée de Juncalas, et surtout au pied du calvaire de Lourdes, toutes ces localités situées sur la rive droite de la vallée. D'après cette distribution, on comprend que les ophites dominent dans la partie orientale de la moraine terminale. Les schistes et les quartzites sont si communs dans les Hautes-Pyrénées, qu'on conçoit facilement qu'ils se rencontrent sur tous

(1) Voyez Agassiz, *Nouvelles études sur les glaciers*, pl. III.

les points de la moraine terminale. Les schistes maclifères avec andalousite, communs autour de Saint-Germès, à l'état erratique, proviennent, suivant M. Frossard, de la vallée de Pragnères. Les marbres blancs qu'on rencontre çà et là dans la partie occidentale de la moraine se trouvent en place autour du glacier actuel de Vignemale. Mais les erratiques les plus remarquables sont les schistes dévoniens avec *Retepora reticularis*, originaires du Port et de la Prade de Gavarnie et du voisinage de Gèdre; puis les grès crétacés de l'entrée du cirque de Gavarnie, avec *Ostrea carinata*. Les fragments en sont anguleux et les grès tellement friables qu'on ne saurait un instant supposer un transport par les courants diluviens.

En transportant ses matériaux, l'ancien glacier d'Argelès s'est donc comporté comme un glacier actuel.

CONCLUSIONS.

En résumé, nous constatons dans une des principales vallées des Pyrénées, la vallée d'Argelès, l'existence d'un ancien glacier, d'une étendue de 53 kilomètres. Il sortait de la région montagneuse; il venait étaler ses moraines terminales dans la plaine ondulée sous-pyrénéenne et s'avancait jusqu'à 15 kilomètres de Tarbes, à l'altitude de 400 mètres. Son point de départ sur les hautes sommités qui séparent la France de l'Espagne était à l'altitude moyenne de 3,000 mètres environ. La pente moyenne de sa surface était de 0,039.

Ce glacier, y compris ses affluents et ses névés supérieurs, en un mot son bassin hydrographique, couvrait une surface d'environ 1400 kilomètres carrés, ou 140,000 hectares.

En étudiant les traces qu'il a laissées sur le sol, nous avons vu qu'il se comportait comme tous les glaciers connus; il transportait des matériaux d'un fort volume et en même temps des menus débris que nous trouvons sous forme de moraines, exactement à la place qui leur est assignée par les lois acceptées du mouvement de translation des glaciers, et en affectant une disposition qui exclut tous les autres modes de transport naturels.

En même temps ce glacier a usé, buriné les roches résistantes avec lesquelles il s'est trouvé en contact; puis, en troisième lieu, les boues produites par ce frottement continu de la glace contre la roche, expulsées ensuite par les eaux de fonte et les torrents glaciaires, ont contribué à former la matière

première de ce *loess* qui couvre au loin la plaine bien au delà du périmètre occupé par l'ancien glacier.

Ainsi, transport des blocs, usure des roches, et formation de *loess*, sont trois phénomènes contemporains, synchroniques, provenant d'une seule et même cause.

Il est à remarquer que ce glacier n'est pas une exception dans les Pyrénées; déjà, en 1841, de Charpentier avait fait observer que ses études sur cette chaîne de montagnes l'avaient amené à conclure qu'elle avait fourni des matériaux erratiques tout aussi bien que les Alpes, mais dans des proportions moins gigantesques (1); il signale des dépôts glaciaires dans les vallées de Lavedan, d'Aspe, d'Ossun, de Campan, d'Aure, de Luchon, d'Arran, de l'Aude, de la Teta, du Tech. Les glaciers étant le résultat d'un phénomène météorologique qui prend sa source dans l'enveloppe gazeuse de la terre n'ont pu être confinés dans une vallée unique d'une chaîne de montagnes; toutes les vallées des Pyrénées centrales ont dû, à la même époque, être plus ou moins encombrées par les glaces.

Notre travail montre que la plupart des auteurs qui ont décrit le diluvium et les blocs erratiques sous-pyrénéens ont été dans l'erreur, lorsqu'ils en ont attribué la cause, soit à des courants violents, soit à des masses boueuses chargées de blocs, courants provenant de la fonte subite des neiges, occasionnée par des gaz qui se seraient fait jour lors de l'apparition des ophites (2). Il est au contraire démontré que le transport de tous ces matériaux s'est effectué avec une extrême lenteur; il suffit de jeter un coup d'œil sur la coupe d'une moraine fraîchement mise à nu par une tranchée de chemin de fer, comme celle d'Adé (Pl. II, fig. 6), pour voir que cet ensemble de débris n'est point le résultat d'un cataclysme; il n'y a rien eu de violent dans son mode de translation et de dépôt; il en est de même des blocs semés à profusion sur les collines qui entourent le lac de Lourdes, la plupart avec leurs arêtes vives et leurs angles aigus; il n'y a jusqu'à présent qu'un glacier, sans l'intervention de courants d'eau ou de boue, qui puisse expliquer leur position actuelle.

Il y a plus, si l'on veut remonter à l'origine du phénomène des anciens glaciers, à la cause de leur grande extension, il

(1) De Charpentier, *Essai sur les glaciers*, Lausanne, 1841, p. 210.

(2) H. de Collegno, *Annales des sciences naturelles*, vol. II, p. 191, 1842, — *Bull. Soc. géol.*, 1^{re} série, vol. XIV, p. 402, 1843.

n'est pas nécessaire de faire intervenir les mots de révolution ou de cataclysme. On peut très-bien concevoir qu'à la fin des dépôts tertiaires ou au commencement de l'époque quaternaire, époques qui, soit dit en passant, ne sont que les précurseurs de l'ère actuelle, notre hémisphère était arrivé au point où la distribution des terres et des mers était bien différente de ce qu'elle est aujourd'hui.

Les observations les plus récentes ont démontré que le Sahara avec sa fournaise ardente (1) n'existait pas; l'Angleterre presque tout entière, pendant cette période, a été plusieurs fois, suivant M. Lyell, soumise à des oscillations qui l'ont submergée et immergée. A cette époque, la Baltique était en communication avec la mer Blanche; le nord de l'Allemagne et une grande partie de la Russie étaient plongés sous les eaux froides de la mer du Nord. Cet envahissement séculaire des mers sur les terres, ce changement de proportion relative de la portion émergée et de la portion immergée de la surface terrestre, ont dû apporter avec lui un changement correspondant dans le climat; l'air était probablement plus humide, les hivers longs et relativement chauds, les étés courts et frais, quoique la moyenne de l'année ne fût peut-être pas très-inférieure à ce qu'elle est aujourd'hui.

L'Europe avait peut-être un climat maritime comme celui de la Nouvelle-Zélande, à la latitude de 40 à 50 degrés S. (2), où certains glaciers, tels que celui de Tasman, descendent maintenant jusqu'à 210 mètres au-dessus du niveau de la mer, au milieu de forêts de fougères en arbres, de *Dracœna*, de *Metrosideros*, de *Podocarpus*, de *Dammara*, etc., qui ne prospèrent chez nous que dans les serres humides et tempérées.

Dans de pareilles conditions géographiques et atmosphériques, il devait tomber beaucoup de neige en hiver; elle s'accumulait sur les sommets et dans les cirques des montagnes; les étés brumeux n'étaient pas suffisants pour la faire fondre en totalité; l'alimentation l'emportait sur la fusion; le reste, le *stock* des neiges de chaque année, s'ajoutant à lui-même, accumulé pendant des siècles, devait finir par donner lieu à une très-grande extension des glaciers.

Cet état de choses n'a rien qui éveille l'idée de révolutions géologiques; c'est la suite naturelle et normale du mouvement

(1) Ch. Martins, *Du Spitzberg au Sahara*, p. 552.

(2) De Hochstetter, *Neu Seeland*, p. 340 et 349.

lent, séculaire, de l'écorce terrestre, de la pellicule flexible que nous habitons.

Si les anciens glaciers ont disparu, ne laissant que quelques témoins dans les hautes régions et dans les hautes latitudes, n'est-il pas naturel d'en chercher la cause dans la suite lente, non interrompue de ces mêmes oscillations de la surface terrestre dans un sens inverse : par exemple, le dessèchement de la mer Saharienne, de l'Égypte, de l'Arabie, la naissance du *Gulf-Stream*, le retrait de la mer froide du Nord, changements qui ont dû amener à leur suite un réchauffement suffisant de cette portion des continents, pour faire reculer les glaciers?

Ce qui paraîtra peut-être paradoxal, c'est qu'à la suite de ces changements on pourrait peut-être dire que l'Europe est maintenant dans une période exceptionnelle de réchauffement; si les grands glaciers n'existent plus, c'est parce que les causes que nous venons d'énumérer, l'existence de nouvelles terres, de nouveaux continents, ont diminué dans une proportion sensible la surface d'évaporation des mers et desséché l'atmosphère; mais rien ne nous dit que cet état de choses doive durer éternellement; les modifications incessantes de la surface terrestre nous ramèneront peut-être, dans les siècles futurs, au point où nous étions au commencement de l'époque quaternaire.

APPENDICE.

Faune correspondant à l'époque glaciaire dans la plaine sous-pyrénéenne.

Nous ne croyons pas pouvoir terminer ce mémoire par un document plus intéressant que la liste des mammifères vivants, éteints ou émigrés de la plaine sous-pyrénéenne, que nous devons à l'obligeance de notre ami M. Édouard Lartet; elle comprend vingt espèces principales, dont les restes ont été trouvés dans les alluvions quaternaires, les cavernes et autres gisements du sud-ouest de la France en général et des départements qui touchent aux Pyrénées en particulier. M. Alphonse Milne-Edwards y a joint celle des oiseaux enfouis dans les cavernes de la même région. Quelques-uns de ces animaux ont vécu dans les plaines pendant que les montagnes étaient couvertes de grands glaciers; ils y trouvaient des retraites assurées et une nourriture abondante; car l'humidité de l'air devait être favorable à une végétation luxuriante. Le régime des rivières

était également bien différent de ce qu'il est aujourd'hui; la fonte annuelle des glaciers donnait aux torrents et aux cours d'eau une puissance dont les grandes inondations peuvent seules nous donner une idée; l'Éléphant velu, l'Hippopotame, le Rhinocéros, le Renne, paissaient dans les prairies marécageuses, en même temps que le Narval et le Morse vivaient dans les eaux froides de la Manche.

Faune du sud-ouest de la France pendant l'époque quaternaire.

« 1° ANIMAUX DISPARUS. — *Elephas antiquus*, Falc.; *E. primigenius*, Blum.; *Rhinoceros Merckii*, Kaup.; *R. tichorhinus*, Cuv.; *Bos primigenius*; *Cervus megaceros*, Hartm.; *Ursus spelæus*, Rosenm.; *Felis spelæa*, Goldf.; *Hyæna spelæa*, Goldf.; *H. striata*, Zimmerm.; — *Grus primigenia*, Alph. M. Edw.

« 2° ANIMAUX ÉMIGRÉS. — *Bison europæus*, Cuv.; *Ovibos moschatus*, de Bl.; *Cervus Tarandus*, L.; *Capra hispanica*, Schimp.; *Antilope rupicapra*, Erxl.; *A. Saiga*, Pall. *Arctomys Marmota*, L.; *Spermophilus*, voisin du *S. Parryi*, Richards; *Felis Lynx*. — *Castor europæus*, Brandt; *Stryx lapponica*, Gm.; *Tetrao lagopus*, L.; *T. albus* et *T. urogallus*, L.; *Pyrrhocorax alpinus*, Vieill.

« 3° ANIMAUX EXISTANT ENCORE DANS LA CONTRÉE. — *Gypaetes barbatus*, Temm.; *Milvus regalis*, Vieill.; *Falco tinnunculus*, Vieill.; *Buteo cinereus*, Gm.; *Hirundo rupestris*, Temm.; *Corvus corax*, Vieill.; *C. picca*, Temm. »

L'ensemble de cette faune est celle d'un pays froid, et la zoologie confirme ainsi complètement les données de la géologie. Parmi ces animaux, quelques-uns sont complètement éteints et disparus, d'autres ont émigré, la plupart vers le Nord; tels sont : le Bison, le Bœuf musqué, le Renne, le Cerf d'Irlande, le Spermophile, la Chouette de Laponie. Le Castor ne se trouve plus que dans le delta du Rhône. Quelques espèces se sont réfugiées dans les montagnes, soit que le climat de la plaine soit devenu trop chaud pour elles, soit que la présence de l'homme les ait chassées; telles sont : le Chamois, le Bœuquetin d'Espagne, la Marmotte, le Lynx, le Tétrás et le Chonca. Pour compléter cette liste, il faudrait, suivant M. Lartet, y ajouter toutes les espèces sauvages vivant aujourd'hui dans la contrée, excepté peut-être la Genette (*Viverra Genetta*, L.) qu'il croit d'introduction récente; mais, suivant lui, tous les autres animaux sauvages ont vécu pendant l'époque glaciaire et traversé celles qui lui ont succédé.

Nous ferons remarquer, en terminant, qu'à cette liste il faut ajouter l'homme, dont les ossements fossiles ou des restes de son industrie ont été trouvés dans les mêmes gisements, ou dans des gisements identiques de la même époque, avec des restes d'Éléphants, de Rhinocéros, de Rennes, de grand Ours des cavernes, etc.; c'est la première période de l'âge de la pierre (1); même, d'après les découvertes les plus récentes, l'homme remonterait beaucoup plus haut dans la série des temps; M. l'abbé Bourgeois aurait trouvé des traces de son existence à la fin de l'époque tertiaire miocène, et M. J. Desnoyers pendant l'époque pliocène, longtemps avant le grand développement des glaciers.

Cette liste répond en même temps aux objections de quelques personnes, qui supposent que les anciens glaciers, par suite du grand froid, ont mis fin, ont tué la faune qui vivait dans la contrée avant leur extension; mais nous avons vu que les glaciers pouvaient très-bien prospérer sans qu'il soit nécessaire d'appeler un grand froid à leur aide. Les animaux n'ont point été détruits par les glaciers; quelques-uns se sont éteints, d'autres ont émigré; mais ils ont été remplacés: la vie n'a point été suspendue; les faits paléontologiques, comme les faits physiques, se sont succédé avec une extrême lenteur, sans changements brusques, sans révolution violente; M. Lartet a démontré qu'entre la faune de l'époque pliocène et la faune quaternaire qui l'a suivie, il n'y a pas de différence tranchée; puis, entre la faune quaternaire et les animaux actuels, il est impossible d'apercevoir une limite saisissable; la série est continue et non interrompue; l'homme de l'âge de la pierre a donc pu, comme les animaux qui figurent sur notre liste, assister à la naissance, au grand développement et à la retraite des anciens glaciers.

(1) On trouvera des détails à ce sujet dans le *Compte rendu des travaux du Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistorique*, tenu à Paris en août 1867. — Voir les mémoires, notes et communications de MM. Éd. Lartet, C. Vogt, de Mortillet, abbé Bourgeois et autres.

Séance du 2 décembre 1867.

PRÉSIDENTE DE M. DE VERNEUIL.

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

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

AGUILLON, ingénieur des mines, à Albi (Tarn); présenté par MM. Gruner et Alb. de Lapparent.

KOCH (Jean-Jacques-Charles), directeur des forges et hauts-fourneaux de Toja, près Bastia (Corse); présenté par MM. d'Archiac et Locard.

LEZ (Achille), conducteur des ponts et chaussées, à Lorrez-le-Bocage (Seine-et-Marne); présenté par MM. Ch. Sainte-Claire Deville et Belgrand.

MORENO MAIZ (T.), de Lima, docteur en médecine, rue Monsieur-le-Prince, 48, à Paris; présenté par MM. Daubrée et Hébert.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. J. Capellini, *Fossili infraliassici dei dintorni del golfo della Spezia*, in-f°, 101 p., 10 pl., Bologne, 1866; chez Gamberini et Parmeggiani.

De la part de M. J. Curioni, *Sulla carta agronomica dei dintorni di Parigi e sulla carta litologica dei mari di Francia eseguite dal prof. Delesse*, in-8°, 6 p.; Milan, 1867; chez Bernardoni.

De la part de M. Ernest Favre, *Remarques sur la seconde édition de la carte géologique de la Suisse de MM. Studer et Escher de la Linth*, in-8°, 19 p.; Genève, 1867; chez Ramboz et Schuchardt.

De la part de M. Jules Martin :

1° *Mers jurassiques*, in-8°, 15 p., 3 pl.; Dijon, 1866; chez J. E. Rabutôt.

2° *Lettre à M. le vicomte d'Archiac sur les brèche et caverne à ossements de Santenay (Côte-d'Or)*; in-8°, 46 p.; Dijon, 12 juin 1867; chez J. E. Rabutôt.

De la part de M. Alphonse Milne Edwards, *Recherches anatomiques et paléontologiques pour servir à l'histoire des oiseaux fossiles de la France*; in-4°, 5^e à 12^e livraisons; Paris, 1867; chez Victor Masson et fils.

De la part de M. Roderick I. Murchison, *Siluria*; in-8°, 4^e édition; 566 p., 41 pl.; Londres, 1867; chez John Murray.

De la part de M. F. J. Pictet, *Notice sur les calcaires de la Porte de France et sur quelques gisements voisins*; in-8°, 20 p.; Genève, 1867; chez Ramboz et Schuchardt.

De la part de MM. B. Studer et A. Escher de la Linth, *Carte géologique de la Suisse*; 2^e édition, 4 feuilles; Winterthur, 1867.

De la part de M. J. L. Beete Jukes, *Geological map of Ireland*; 1 feuille grand-aigle; juillet 1867; Londres, chez Edw. Sandford. — Dublin, chez Hodges et Smith.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. — 1867, deuxième sem.; T. LXV, n^{os} 21 et 22; — Table du 1^{er} sem. de 1867, T. LXIV, in-4^o.

Annuaire de la Société météorologique de France; T. XIV, 1866; *Bulletin des séances*, f. 27-36; in-8^o.

Bulletin des séances de la Société I. et centrale d'agriculture; août 1867, in-8.

L'Institut, n^{os} 1768 et 1769; 1867; in-4.

Société I. d'agriculture, etc., de Valenciennes. — *Revue agricole, etc.*; septembre 1867; in-8.

The Athenæum; n^{os} 2091 et 2092; 1867; in-4.

Verhandlungen der K. K. geologischen Reichsanstalt; 1867, n^o 15, in-4.

Sitzungs-Berichte der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden, novembre, octobre et décembre 1866; in-8.

Revista minera, 15 novembre 1867; in-8.

M. le Président présente à la Société, de la part de M. Murchison, la quatrième édition de son ouvrage *Siluria* (V. la *Liste des dons*).

M. Marcou offre, de la part de M. Beete Jukes, une carte géologique de l'Irlande (V. la *Liste des dons*).

M. Marcou, en présentant pour la bibliothèque de la Société un certain nombre de catalogues publiés par diverses nations à l'occasion de l'Exposition universelle, fait remarquer que dans le catalogue de la section anglaise il y a dans la liste des commissaires de Sa Majesté britannique le *Président de la Société géologique (for the time being)*, c'est-à-dire le Président de la Société pendant l'année qu'aura lieu l'Exposition universelle. Il est bien regrettable, ajoute-t-il, qu'en France on n'ait pas agi de la même manière, et que notre Président n'ait pas fait partie des commissaires français, d'autant plus, dit M. Marcou, que notre Président de cette année est un paléontologiste et un géologue hors ligne, l'honneur de la science en France; qu'il y avait à l'Exposition un assez grand nombre de collections paléontologiques, et que, dans toutes les commissions du jury international, on ne trouve pas le nom d'un seul paléontologiste. Cette lacune est au moins aussi singulière que l'oubli du Président élu par tous les géologues français, pour faire partie de la Commission impériale, dans un pays comme le nôtre, où tout repose sur le suffrage universel.

M. le Président, en présentant la carte de la Suisse (V. la *Liste des dons*), communique la lettre suivante de M. Studer :

Lettre de M. B. Studer à la Société géologique de France sur la 2^e édition de la carte géologique de la Suisse.

Messieurs,

Il vous aura été offert de la part des éditeurs de notre carte, l'Établissement topographique de Winterthur, un exemplaire de sa 2^me édition, et je me permets de vous soumettre sur ce

travail quelques réflexions, que peut-être vous ne jugerez pas indignes de votre attention.

La 1^{re} édition de la carte se trouvant épuisée, il y a environ dix ans, M. Ziegler, chef de l'établissement même, nous proposa, à M. Escher et à moi, de nous charger d'une nouvelle édition revue et conforme aux résultats de la géologie actuelle. M. Escher, n'ayant en vue que les intérêts de la science, ne balança pas à accéder à cette flatteuse demande. De mon côté, plusieurs raisons me faisaient hésiter. Une grande part des faits géologiques que nous avions publiés dans la 1^{re} édition étaient, même hors de la Suisse, le fruit de nos propres observations, tandis que, dans l'intervalle qui s'était écoulé, l'activité d'autres géologues, suisses et étrangers, nous avait devancés. Une partie de leurs travaux était publiée ou sur le point de paraître, d'autres demandaient encore des années avant d'être achevés. Nous venions d'ailleurs de former notre Commission géologique qui, en publiant au fur et à mesure les feuilles de l'atlas fédéral du général Dufour, levées géologiquement par des hommes jeunes encore et remplis de zèle, promettait, sous le patronage de la Confédération, un travail plus exact et à plus grande échelle. Il me répugnait de copier scrupuleusement des cartes avec lesquelles je ne pouvais pas toujours tomber d'accord, et, cependant, il ne me semblait pas convenable d'en profiter, en y puisant des changements arbitraires; je reculais aussi devant un travail difficile et de longue durée, qui risquait d'être dépassé par les cartes annoncées de divers côtés et par les feuilles que notre Commission allait publier. D'autre part, je ne me cachais pas l'intérêt qui s'attachait à une carte d'ensemble, facilement maniable et dont la publication ne fût pas renvoyée à un terme indéfini. Nous préférâmes, en conséquence, nous décharger d'une trop grande responsabilité, en invitant M. Bachmann, auteur de différents mémoires géologiques justement appréciés, élève de M. Escher et actuellement fixé à Berne, à vouloir prendre sur lui ce travail, principalement de compilation, tout en nous engageant à soutenir M. Bachmann dans son œuvre par tous les moyens dont nous pouvions disposer. M. Escher naturellement s'occupa surtout de la moitié orientale de la carte, de manière que, pour cette partie, le travail de M. Bachmann devint inutile, et que sur le titre, pour être justes, le nom de M. Escher aurait dû être placé à côté de celui de M. Bachmann. En profitant des cartes publiées par les géologues autrichiens et lombards, M. Escher eut encore à sa dis-

position des communications manuscrites, qu'il dut à la bienveillance de M. Stoppani sur les Alpes de la Lombardie, de M. Théobald sur les Grisons, de M. de Fritsch sur le Saint-Gothard, de M. Müller sur la vallée de Maderan, de M. Kaufmann sur les environs du lac de Lucerne, de M. Mosch sur le Jura septentrional. La moitié occidentale de la carte reçut des changements assez considérables d'après les cartes publiées par MM. Alph. Favre, A. Sismonda et Renevier, et les communications manuscrites de M. Gilleron sur les Alpes de Fribourg, et de M. Jaccard sur le Jura Vaudois. Toutes ces additions et rectifications distinguent heureusement cette 2^e édition de la 1^{re}. Les couleurs sont aussi, pour la plupart, mieux choisies, et, si je ne me trompe, l'ensemble de la carte se présente mieux à l'œil du géologue. Quelques inégalités dans l'exécution des deux moitiés trouveront peut-être leur excuse dans la coopération de trois auteurs indépendants et dans les distances qui séparent Berne, Zurich et Winterthur.

Si maintenant nous passons en revue les différents terrains, ils nous donneront occasion de présenter plusieurs remarques, dont quelques-unes du moins ne seront pas jugées insignifiantes.

Et d'abord, je regrette que, pour la *mollasse*, on ait choisi une couleur trop pâle qui ne se distingue qu'avec peine du blanc. Il en résulte que la mollasse marine tranche trop auprès de la mollasse d'eau douce, et que les étages de la mollasse, dont la flore et la faune des couches les plus basses et les plus supérieures ont tant d'espèces et des plus dominantes en commun, font l'effet de terrains bien plus différents entre eux que ceux indiqués dans le trias ou le jura. Nul doute que, si la mollasse marine était supprimée, jamais on n'aurait pensé à séparer la mollasse du lac de Genève de celle des lacs de Zurich et de Constance, et encore, s'il était possible d'examiner les dépôts qui se forment actuellement à l'embouchure de nos fleuves océaniques, nous trouverions sans doute un ordre de choses tout analogue à celui que nous présente le terrain de mollasse dans son ensemble. — Par mégarde, on a omis d'indiquer sur la moitié orientale, à Beningen, le calcaire d'eau douce, qui, cependant, est annoncé dans le tableau des couleurs. — On remarquera qu'au midi de la grande ligne anticlinale de la mollasse signalée dans la 1^{re} édition, on a indiqué dans la nouvelle édition deux lignes, l'une synclinale, la plus rapprochée des Alpes, anticlinale. C'est d'après des ondulations de très-peu

d'étendue en largeur, que M. Kaufmann a signalées dans la mollasse qui plonge vers les Alpes. Ces petits détails, qui ont leur valeur dans un travail spécial, ne devraient peut-être pas trouver place dans une carte à petite échelle, où ils risquent de masquer des faits plus importants. — La légende de la mollasse d'eau douce inférieure, à laquelle on a joint le tongrien, pourrait faire croire que nous regardions ces deux terrains comme parallèles ou identiques. Ce serait une erreur. La connexion de ces terrains, très-différents par leur faune, est simplement motivée par l'impossibilité, dans laquelle nous nous trouvons pour le moment, de préciser leurs limites. Le tongrien, qui s'avance des environs de Mayence, par la vallée du Rhin jusqu'à Delémont dans le Jura, ayant été confondu jusqu'en 1853 avec la mollasse, nous ignorons si depuis on a cherché à en faire la séparation. — Le terrain de mollasse est en grande partie couvert par le terrain erratique, des graviers et sables, et d'autres dépôts récents ou quaternaires. Ces terrains n'étant pas compris dans la carte, l'on a donné en général à la mollasse plus d'extension que sa superficie à découvert n'occupe dans la nature.

Les limites du terrain de *flysch* en Savoie ont dû être considérablement changées d'après la carte de M. Favre. Le calcaire bréchiforme du Chablais, qui entoure la partie supérieure de la vallée de la Dranse, avait été désigné dans notre 1^{re} édition comme *flysch*, d'après l'identité de la roche avec des variétés du grès du Niesen et du Simmenthal. Depuis, M. Favre a réussi à y trouver des fossiles liasiques, et je me suis naturellement conformé à cette détermination posée sur des bases plus solides. Il reste à décider si une partie du *flysch* à l'est du Rhône ne devrait pas subir la même transformation, et je le présume surtout, d'après l'absence des fucoïdes et l'identité de la roche, pour celui qui s'étend de la Gummfluh, à l'ouest de la Sarine supérieure, à Zweisimmen. Cette roche, cependant, est intimement liée à un calcaire qui renferme des fossiles kimmeridiens et repose dessus, et il est assez probable que cette transition à l'état bréchiforme n'est pas bornée au calcaire du lias. Dans l'incertitude, je l'ai laissée comme *flysch*, en suivant une règle de M. de Buch, qu'en géologie l'erreur valait mieux que le doute.

Une autre incertitude concerne le *grès de Taviglianaz*, ou grès moucheté de MM. Gueymard et Lory. Cette roche remarquable, qui semble être un tuf dioritique, est assez répandue en

Savoie, et se montre encore très-puissante en Dauphiné à la montagne de Chaillol, à l'E. de Saint-Bonnet. Malheureusement, ni M. Favre, ni M. Lory n'ont marqué ce grès sur leurs cartes, en sorte que, pour la Savoie, j'ai été réduit à mes anciennes observations, et je dois dégager M. Favre de toute responsabilité à cet égard.

Le terrain *nummulitique* n'a pas dû être considérablement modifié. Il a dû être élargi sur quelques points, comme au-dessus de Sion en Valais, où on le trouve sur les hauteurs du versant méridional, recouvrant le terrain crétacé; il a été restreint sur d'autres points. La partie qui, plus que toute autre, mérite de fixer notre attention, est celle qui, sur l'ancienne édition de la carte, occupe la place des deux Scheidegg et du Schiltorn, sur la ligne de Meyringen à Lauterbrunnen. Le Faulhorn, dont les couches plongent au midi, avait été déterminé comme néocomien par Alc. d'Orbigny, d'après les Ammonites et les Bélemnites recueillies par MM. Bravais et Martins (*Bull.* 1842). Ces fossiles doivent se trouver à Paris. Adossée à ce néocomien et inclinée comme lui, se trouve une masse très-puissante de schistes noirs lustrés, en partie très-quartzeux, connus dans le pays sous le nom de Roche-de-fer (*Eisenstein*), probablement d'après leur couleur et l'éclat semi-métallique de quelques variétés. N'y trouvant pas de fossiles, mais ayant connaissance de Nummulites aux deux bouts dans une roche analogue, à Rosenlauri et aux environs de Mürren, j'avais colorié dans la 1^{re} édition ces schistes comme nummulitiques. Depuis, j'ai redoublé mes efforts pour y trouver des restes organiques, et, quel fut mon étonnement, lorsque enfin nous réussîmes à y découvrir des *Trigonia costata*, des *Ammonites Murchisonæ* et d'autres fossiles moins caractéristiques. Ce terrain de Roche-de-fer est donc réellement du jura inférieur ou bajocien, et il ne reste du nummulitique qu'un petit lambeau, sur lequel est placé l'hôtel de Mürren, et un rocher à Rosenlauri, que l'on a négligé de marquer sur la carte. En admettant que la détermination déjà ancienne des fossiles du Faulhorn soit confirmée par un nouvel examen, la structure de ce massif ne pourra guère être expliquée qu'en supposant une faille, qui sépare le néocomien du Faulhorn du jura bajocien qui paraît lui être superposé. Une seconde faille plus évidente doit être admise entre les plateaux des Scheidegg et les grandes masses de calcaire jurassique moyen, qui les limitent au midi par les précipices de plus de

mille mètres de hauteur du Wetterhorn, de l'Eiger et de la Jungfrau.

Les terrains *crétacés* qui, déjà sur la 1^{re} édition de la carte, se montraient amplement développés dans les Alpes, ont pris plus d'extension encore sur la 2^{me}. Ils dominent sur les hauteurs des Alpes bernoises, depuis la Gemmi jusqu'à la Dent de Morcles. Ce ne sera cependant qu'après une étude de détail, soutenue par des cartes exactes à grande échelle, que les limites précises entre ces terrains et les terrains jurassiques et nummulitiques pourront être fixées. C'est d'après de pareilles études, faites par M. Gilleron, que le terrain crétacé a été figuré dans les Alpes de Fribourg.

La géologie des terrains *jurassiques* dans les Alpes est du même ordre que celle des terrains crétacés, avec lesquels ils partagent souvent les contournements et les plissements, méconnaissables en bien des cas par l'érosion de la courbure. Et si, en France même, où ces terrains sont beaucoup moins disloqués et en général riches en fossiles, leur discussion et leur séparation d'avec les terrains crétacés présentent d'année en année de nouveaux problèmes, on peut juger des difficultés que l'on trouve dans les Alpes suisses, où la découverte d'un fossile n'est souvent due qu'à un heureux hasard.

Les additions aux terrains secondaires les plus importantes se rapportent au *trias*. La carte de 1853 avait encore pu profiter des premières découvertes de ces terrains, principalement dues à M. Escher, dans le Vorarlberg et le Bergamasque. Depuis cette époque, par l'activité soutenue d'un grand nombre de géologues, la connaissance du trias dans les Alpes a fait des progrès inattendus. C'est en suivant les traces des géologues autrichiens et italiens que M. Théobald a cherché à classer les calcaires des Grisons, en s'appuyant, il est vrai, les fossiles manquant presque partout, plutôt sur la stratigraphie et sur les caractères des roches que sur la paléontologie. Dans la partie occidentale de la carte, heureusement, la paléontologie ne nous a pas abandonnés. Les fossiles de Kössen et de l'infralias ont été retrouvés sur plusieurs points en Savoie et dans les Alpes vaudoises. M. Favre, ayant trouvé qu'en général ces couches d'infralias reposaient sur des gypses, des schistes argileux rouges et verts et des quartzites, que l'on devait regarder comme triasiques, a désigné par la couleur du trias ces roches, lors même que les couches supérieures fossilifères font défaut. Sans vouloir contester cette induction, je regrette son applica-

tion dans la carte de la Savoie. Notre carte ayant suivi un système différent, et les couches fossilifères d'infralias, que M. Favre a réunies au lias, étant regardées par nous comme keupériennes, il n'a pas toujours été possible de distinguer en Savoie les localités qui doivent porter nos couleurs diverses de l'infralias, du gypse ou du quartzite. A Bex, où le terrain salifère, d'après MM. Favre et Heer, fait partie du trias, on n'a pas réussi jusqu'à ce jour à trouver un seul fossile d'infralias; les calcaires contigus au gypse, alternant avec lui et en partie inférieurs, renferment, en assez grand nombre, des fossiles des divers étages du lias, et de même sur toute la ligne de ces gypses jusqu'au lac de Thoune. L'indication d'une grande masse de trias en Val-d'Illiers ne repose, si je ne me trompe, que sur la proximité de Bex et l'affleurement des gypses. Il n'en est pas de même entre Aigle et Vevey, où les recherches de M. Renevier ont mis l'existence des couches de Kössen hors de doute. Dans les Alpes de Fribourg, M. Gilleron a constaté, par un nombre suffisant de fossiles, l'existence du même terrain.

A la suite du trias, nous trouvons dans le tableau des couleurs deux terrains anciens.

Le terrain *houillier* ou à *anthracite* est limité en Savoie d'après la carte de M. Favre; en Valais, nous l'avons prolongé aussi loin vers l'Est et le Midi que l'on trouve des mines d'anthracite. Quant à la grande masse de ce terrain, qui est indiquée au midi de la Valteline, nous y reviendrons plus bas.

Le terrain de *transition*, le dernier des terrains déterminés sur la carte, n'est représenté qu'au delà de nos frontières, dans les Vosges et la Forêt Noire.

A la suite des terrains précédents, notre tableau mentionne des *terrains indéterminés* et des *roches*. Nous serions mal compris, et cela nous est arrivé lors de la 1^{re} édition de notre carte, si l'on croyait que, par le rang que ces cadres occupent dans le tableau, nous voulions indiquer que, dans la nature, ces terrains indéterminés et ces roches sont toujours à la base des autres terrains; que nos terrains indéterminés sont ce qu'ordinairement on entend par terrains primitifs, ou sans fossiles. La place que nous leur assignons ne se rapporte en rien à leur ancienneté ou à leur position stratigraphique; elle signifie simplement que ne pouvant, d'après ce que nous en savons, nous prononcer sur leur place dans la série des terrains, nous les mettons hors de ligne. En agissant ainsi, nous répondons en même temps à une

question de principes, au dilemme qui, sans doute, se présente souvent aux géologues, s'il est préférable de se prononcer sur l'âge et le nom systématique d'un terrain, en se fondant sur des probabilités plus ou moins acceptables, ou si l'on doit laisser la question ouverte; en d'autres mots, si l'on doit prendre au sérieux la plaisanterie de M. de Buch, que l'erreur valait mieux que le doute. En consultant les sciences naturelles les plus avancées, nous trouvons que ce n'est pas en suivant ce principe qu'elles procèdent. L'astronome, le chimiste, le zoologiste, ne se prononcent que lorsqu'ils sont convaincus de ce qu'ils avancent; dès qu'il leur reste quelque doute, ils laissent la question indécise. L'astronome se gardera bien de placer parmi les planètes un nouvel astre dont il ne connaît pas l'orbite; le botaniste, qui trouve une plante qui lui paraît distincte de celles qu'il connaît, préfère lui donner un nouveau nom, en se réservant de supprimer ce nom, si l'identité avec une espèce déjà connue est prouvée. Le géologue qui reste dans le doute sur la place systématique d'un terrain se trouve dans une position analogue. Lorsqu'il donne un texte descriptif, il peut y exprimer ses conjectures et les raisons qui soutiennent ou combattent telle ou telle hypothèse; mais, s'agit-il d'une carte, il faut, ou colorier d'après l'hypothèse qui paraît la moins hasardée, ou introduire, en attendant mieux, un terrain indéterminé, en indiquant simplement la roche. Dans le premier cas, et c'est le plus ordinaire, la carte fait l'illusion d'un travail achevé et d'une exactitude à laquelle elle est peut-être loin d'avoir le droit de prétendre, les terrains dont la détermination systématique est des plus douteuses ne s'y distinguant pas des mieux établis. Dans le second cas, et c'est la voie que nous avons cru devoir suivre, la carte fait voir ce que l'on croit avoir suffisamment exploré et ce qui reste encore à faire. Il est inévitable que ce mode d'agir entraîne pour une carte, qui doit être l'œuvre de plusieurs auteurs, des inégalités. L'un est d'un esprit plus dogmatique, les probabilités sont pour lui des certitudes; l'autre est plus sceptique, il ne se rend que sur des preuves décisives.

Une grande partie de nos Alpes centrales est composée de schistes argileux, argileux-quartzeux, argileux-calcaires, passant tantôt au micaschiste, tantôt au schiste chlorité, amphibolique ou serpentiniteux. Des limites précises entre ces variétés n'existent pas, ou n'ont pas été reconnues jusqu'ici; il y a passage de l'une à l'autre et alternance. L'ensemble de ces schis-

tes, dans lesquels les couleurs grises ou noires dominent, a été réuni sur notre carte, sans avoir égard à leur position stratigraphique, sous le nom de *schistes gris*, les autres, parmi lesquels la couleur verte est dominante, sous le nom de *schistes verts*. Ces grandes masses de schistes ont été observées, décrites, qualifiées par tous les géologues, anciens et récents, qui se sont occupés des Alpes. Ils sont d'âges très-différents, les uns appartenant aux terrains les plus anciens, d'autres aux terrains secondaires et même aux terrains jurassiques, puisque, sur quelques points, ils renferment des Bélemnites. M. de Hauer, dans la carte de l'Autriche, place ces schistes parmi les terrains de transition ou primaires, et, en effet, l'on voit, dans les Alpes de Salzbourg, ces schistes lustrés, noirs ou verts, plonger sous les fers spathiques de Dienten qui renferment des fossiles siluriens. M. Théobald distingue le schiste de Casanna, qui est un schiste gris micacé, du schiste des Grisons, qui alterne avec des grès et des calcaires. En Tessin et dans le Valais méridional, ces schistes plongent sous les micaschistes et gneiss des Hautes-Alpes. M. Favre a réuni une partie de ces schistes, qui répond à peu près aux schistes de Casanna, aux schistes cristallins, une autre, que nous connaissons sous le nom de schistes lustrés de M. Lory, au lias. M. Lory, de son côté, voit dans ses schistes lustrés un représentant des terrains triasiques, ayant observé, lors du passage du mont Genève par la Société géologique en 1861, que ces schistes plongeaient sous l'infra-lias, surmonté d'une grande masse calcaire, appartenant probablement au lias. Au passage de la Nufenen, dans les environs d'Airolo, au Lukmanier et ailleurs, ces schistes renferment des Bélemnites, mais ces mêmes schistes sont recouverts à Campolongo par la dolomie saccharoïde qui contient des corindons, des tourmalines et des trémolites, et se trouve elle-même surmontée par une grande masse de schistes très-cristallins, remplis de grenats, de staurotides, de cyanites et d'amphiboles noires. Tous ces schistes, évidemment très-différents, se ressemblent tellement par leurs caractères minéralogiques, que jusqu'ici il n'a pas été possible de les distinguer et de fixer les limites des uns aux autres. Nous les avons réunis sous la même couleur, en marquant par un *j* les localités où l'on a trouvé des Bélemnites. Nous avons préféré ne pas cacher notre ignorance sur l'étendue de ces schistes jurassiques, au lieu de les signaler peut-être comme du lias sur le témoignage de quelques fossiles trouvés à de grandes distances les uns des autres, et qui peuvent appartenir aux plus

anciens, comme aux plus récents terrains jurassiques, et même aux terrains crétacés.

Des considérations analogues s'appliquent au nom de *verrucano*, sous lequel nous comprenons les conglomérats quartzeux, généralement rouges, en partie verts, à ciment talqueux ou micacé, passant à un quartzite qui renferme encore des traces de talc rouge et vert, ou à un schiste rude de même couleur. La roche a souvent été décrite par de Saussure, Necker, M. Savi, etc., et c'est ce dernier savant qui lui a donné le nom. Comme il y a des grès rouges de différentes époques, les verrucanos aussi ne paraissent pas tous de même âge ; le nom signale une roche et non pas un terrain. Les poudingues de Valorsine forment, d'après Necker, la base du terrain à fougères, ou terrain houiller ; entre Martigny et Saint-Maurice, le verrucano paraît du même âge que ce terrain ; en Val-d'Anniviers le quartzite est, comme dans la vallée de la Durance, superposé au terrain houiller ; dans le pays de Glaris, où le verrucano est plus largement développé que partout ailleurs dans les Alpes septentrionales, il pourrait bien être l'équivalent du *Todtliegende* de l'Allemagne ; dans la vallée du Rhin antérieur, entre Trons et Glanz, il passe au gneiss ; dans les Alpes de Salzbourg les couches de grès rouge de Werfen, en partie passant à un schiste pareil à celui du verrucano, représentent le grès bigarré, et les verrucanos, si fréquents dans les Grisons, paraissent, en partie du moins, appartenir à la même époque. Dans le voyage très-instructif que j'eus l'avantage de faire avec M. Hébert, en Dauphiné, nous vîmes à la montagne de Chaillol, à l'est de Saint-Bonnet, entre les schistes noirs oxfordiens, qui en forment la base, et le terrain nummulitique, un conglomérat rouge, de 20 mètres de puissance, dont parle aussi M. Lory, et que je ne saurais distinguer du verrucano d'Outre-rhone ou de Glaris, si, avec des éléments principalement de gneiss, il ne renfermait aussi des débris calcaires. Une grande partie de la chaîne qui sépare la Valteline du Bergamasque était coloriée, dans la 1^{re} édition de notre carte, en verrucano, en suite de plusieurs voyages de M. Escher et de moi dans ces montagnes. Dans la nouvelle édition, M. Escher, en suivant les indications de M. Stoppani, a mis du terrain houiller à la place. J'aurais préféré l'ancienne couleur, qui laissait l'âge de ce terrain indéterminé, car les raisons sur lesquelles s'appuie le célèbre géologue de Milan me paraissent loin d'être décisives. De ce que le verrucano de la Toscane renferme des plantes houillères dans ses couches

inférieures, il ne s'ensuit pas que tous les verrucanos, quand même ils ne contiendraient pas une trace de fossiles, soient de même époque. D'après ce même raisonnement, on donnerait le même âge à tous les grès rouges. En Allemagne, du reste, même le verrucano du Monte di Torri, malgré les plantes houillères à sa base, ne serait pas regardé comme faisant partie du terrain houiller; on le nommerait *Todtliegende*.

Il me reste peu de chose à ajouter sur les autres roches. Je ne puis passer sous silence cependant la zone remarquable de schistes verts, principalement amphiboliques et renfermant des amas de serpentine, qui partage le massif du Finsteraarhorn en deux bandes granitiques, l'une septentrionale, de laquelle dépendent les Spanörter, le Schreckhorn, le Mönch et le fond de Lauterbrunnen, l'autre méridionale, qui constitue les hauteurs à droite du Valais supérieur, de la Grimsel jusqu'à l'issue de la vallée de Lötschen. Sur la carte, cette zone verte est peu évidente, une grande partie étant masquée par les névés et les glaciers, mais la couleur sombre des roches la rend frappante partout où l'on traverse ces hautes régions. Les roches de la bande granitique septentrionale étant analogues à celles des Aiguilles Rouges en Chamouni, tandis que celles de la bande méridionale, composée en majeure partie de protogine, rappellent celles du mont Blanc, les partisans du métamorphisme seront peut-être disposés à voir dans les schistes verts de la zone intermédiaire la continuation des calcaires et des grès et schistes à anthracites qui remplissent la vallée de Chamouni, d'autant plus que sur quelques points de nos schistes verts on a trouvé des traces d'anthracite, qu'anciennement on a même entrepris d'exploiter au Bristenstock, au-dessus d'Amstæg, dans la vallée de la Reuss.

M. Marcou fait la communication suivante : « Note sur le *Fragment d'une carte géologique détaillée de la France*, placée à l'Exposition universelle de Paris, en 1867. »

(Retirée par l'auteur).

M. de Mortillet fait la communication suivante :

L'homme dans les temps géologiques ; par M. Gabriel
de Mortillet.

J'ai l'honneur d'offrir à la Société mes *Promenades préhistoriques à l'Exposition*. Permettez-moi, à cette occasion, de présenter quelques considérations sur la haute antiquité de l'homme.

La première salle de l'histoire du travail français commençait par l'exhibition de silex taillés provenant des terrains quaternaires, des alluvions à *Elephas primigenius* ou Mammouth et à *Elephas antiquus*. On s'est demandé si la Commission prétendait fixer à cette époque l'origine de l'humanité? Nullement. Le but de la Commission chargée d'organiser la première salle de l'histoire du travail français, commission présidée par notre éminent confrère M. Édouard Lartet, a été de convaincre les masses. Elle n'a pas cherché seulement l'approbation des hommes de science et d'étude, elle a voulu éclairer le public tout entier. C'est pourquoi elle n'a accepté que des pièces claires, nettes, bien évidentes, ne pouvant laisser aucune prise au doute. Elle en a cherché en remontant aussi haut que possible. Elle est arrivée ainsi jusqu'en pleine époque quaternaire. Elle a montré aux visiteurs de beaux silex, incontestablement taillés par l'homme, et des ossements d'*Elephas antiquus*, de Mammouths, de Rhinocéros, d'Hippopotames, etc., trouvés associés ensemble, bien en place, dans les mêmes alluvions quaternaires, intactes, non remaniées, stratifiées, recouvertes régulièrement de dépôts plus récents, et cela non-seulement sur un point, mais à Abbeville et à Amiens (Somme), à Vaudricourt (Pas-de-Calais), à Viry-Nouveau (Aisne), à Levallois, à Clichy, au Chevaleret (Seine), à Vendôme (Loir-et-Cher), etc. Ces données stratigraphiques, ces données d'association ont été confirmées de la manière la plus complète, la plus concluante, par un autre ordre de faits. Les contemporains du Mammouth, du grand Ours, du grand Tigre, du Renne français, ont figuré, gravés et sculptés, ces animaux, souvent même sur des débris de Rennes et de Mammouths. Les pièces de ce genre, provenant de La Madelaine et Laugerie-Basse (Dordogne), de Bruniquel (Tarn-et-Garonne), de La Vache (Ariège), exposées dans une vitrine spéciale par MM. Éd. Lartet et Christy, de Vibraye, Peccadeau de l'Isle, Brun, Garrigou, sont tellement convaincantes, qu'il ne peut plus rester le moindre doute. Aussi

l'homme quaternaire est parfaitement prouvé et généralement adopté.

Les pays étrangers sont venus sanctionner la découverte française. L'Angleterre, l'Espagne, l'Italie, Rome même, nous ont montré des silex taillés par l'homme quaternaire. A Rome, ces silex étaient associés non-seulement aux débris des *Elephas antiquus* et *primigenius*, mais encore à ceux du *meridionalis*. Mais là l'*Elephas meridionalis* a pu continuer à vivre jusque dans l'époque quaternaire.

La Commission de la première salle de l'histoire du travail français a donc entièrement atteint son but. Elle a vulgarisé un des faits les plus importants des études modernes. Si elle n'est pas allée au delà, c'est simplement parce que les éléments d'une démonstration précise et complète lui ont fait défaut, mais elle a pleinement réservé la question. Comment en aurait-il pu être autrement, puisqu'elle avait le bonheur de compter parmi ses membres M. J. Desnoyers, qui, le premier, a proclamé l'homme pliocène. Nous savons tous que M. Desnoyers a reconnu sur des os provenant des sablières de Saint-Prest (Eure) des incisions, des entailles qu'il a attribuées à l'action de l'homme. Or, la sablière de Saint-Prest renferme des débris d'*Elephas meridionalis*, de *Rhinoceros etruscus*, d'*Equus arnensis*, animaux appartenant, au moins chez nous, à la faune pliocène. Depuis, M. l'abbé Bourgeois a confirmé la découverte de M. Desnoyers en recueillant dans les gisements de Saint-Prest des silex, les uns incontestablement taillés, les autres brûlés. Ces silex, plus que suffisants pour convaincre les hommes accoutumés à ce genre de recherches et d'études, ne sont pourtant pas assez frappants pour être admis sans conteste, à première vue, par le public; c'est ce qui a fait qu'ils n'ont pas figuré à l'Exposition.

En Italie, pays classique du pliocène, les traces de l'homme contemporain de cette époque ont déjà été plusieurs fois signalées. Tout d'abord M. Desnoyers avait indiqué quelques incisions sur des ossements du val d'Arno. Depuis, M. Ramorino a signalé des incisions analogues, plus profondes même, sur des ossements provenant des marnes subapennines et appartenant au musée de Gênes. Enfin, au Congrès d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques, qui a eu lieu à Paris, au mois d'août de cette année, M. Arthur Issel a montré les débris d'une mâchoire et quelques autres os humains trouvés dans une assise nettement pliocène des environs de Savone, à Colle del Vento.

La question en était là, quand MM. les abbés Bourgeois et Delaunay sont venus au même Congrès produire des pièces nouvelles qui semblent faire remonter encore bien plus haut l'origine de l'homme, qui serait rejetée jusqu'en plein miocène.

En étudiant les calcaires de Beauce, de la commune de Thenay (Loir-et-Cher), M. l'abbé Bourgeois a reconnu que plusieurs couches de cette formation d'eau douce contiennent des silex taillés de main d'homme. La coupe ci-dessous, donnée par M. Bourgeois lui-même, montre comment sont répartis les silex dans les diverses couches.

N° 1. Entrée du chemin qui conduit à Choussy (commune de Thenay).

Faluns (silex taillés)	1 ^m ,00
Sables de l'Orléanais (silex taillés)	3 ^m ,00
Calcaire de Beauce compacte (sans silex taillés)	1 ^m ,00
Calcaire de Beauce à l'état de marne (sans silex taillés).	

N° 2. Marnière de M. Apollinaire Chaumais, rive gauche du ruisseau.

Calcaire de Beauce à l'état de marne (sans silex taillés)	0 ^m ,50
Marne argileuse avec <i>Acerotherium</i> (silex taillés très-rares) ..	0 ^m ,15
Marne avec nodules calcaires (silex taillés)	0 ^m ,80
Argile verdâtre ou jaunâtre (principal gisement des silex taillés).	0 ^m ,35
Mélange de marne lacustre et d'argile à silex (quelques silex taillés)	3 ^m ,00
Argile à silex (sans trace d'industrie humaine).	

Ces silex du calcaire de Beauce, miocène inférieur, M. Bourgeois les a apportés à Paris et soumis aux membres du Congrès. Je les ai examinés avec le plus grand soin; et ils me paraissent incontestablement taillés; pourtant, je reconnais qu'ils sont loin d'être suffisants pour convaincre tout le monde, surtout les personnes qui n'ont pas fait de la taille du silex une étude spéciale et comparative. La grossièreté de la taille n'a du reste rien qui doive surprendre. Nous voyons l'industrie humaine devenir de plus en plus rudimentaire à mesure que nous nous éloignons des temps actuels. Il est donc tout naturel qu'à une époque si reculée nous ne trouvions que l'industrie réduite à sa plus simple expression. Il est donc logique que les silex des calcaires de Beauce soient bien plus mal taillés, affectent des formes beaucoup moins bien définies que ceux des alluvions quaternaires, qui pourtant, eux aussi, ont été contestés si longtemps, et qui n'ont fini par triompher que grâce à la persévérance, je dirai même à l'obstination de M. Boucher de Perthes, puissamment aidé par les géologues anglais qui, sur ce point, nous ont devancés.

Pendant que M. l'abbé Bourgeois recueillait des silex taillés dans les assises du calcaire de Beauce, son collègue et ami, comme lui professeur au collège de Pontlevoy, M. l'abbé Delaunay, découvrait les débris d'un squelette d'*Halitherium*, espèce de cétacé fossile, à la base des faluns de la carrière de la Barrière, commune de Chazé-le-Henri, près de Pouancé (Maine-et-Loire). Quelle ne fut pas sa surprise quand il reconnut, sur deux fragments de côtes, extraits devant lui du gisement, des coupures et de profondes incisions. L'intérieur de ces coupures et les incisions présentent le même état de décomposition que le reste de la surface de l'os, décomposition qui tranche très-nettement avec les cassures fraîches; coupures et incisions sont donc anciennes. Les os gisaient à la base d'une assise parfaitement en place et non remaniée; coupures et incisions sont donc de l'époque du dépôt de cette assise. Ce qui confirme encore davantage cette déduction, c'est que les os, au lieu d'avoir conservé leur nature première, sont entièrement pétrifiés, ce qui arrive souvent aux os de cétacés fossiles. Coupures et incisions ont dû être faites avant la pétrification; elles sont trop profondes, trop nettes, trop franches, pour qu'il en soit autrement.

Maintenant, si on examine avec soin ces coupures et incisions, ce que j'ai fait plusieurs fois, on reconnaît qu'elles ont tous les

caractères des coupures et incisions faites intentionnellement avec un couteau ou une scie. Que la lame soit de silex, de bronze ou d'acier, la coupure d'un couteau, l'incision d'une scie ont des caractères particuliers qui permettent de les distinguer toujours des empreintes de dents, des simples éraillures, des stries ou empreintes de compression, enfin de toutes les actions physiques ou animales autres que celle d'un instrument mû intentionnellement par la main de l'homme. Ces coupures et incisions examinées à la loupe, comparées d'une part aux coupures et incisions si abondantes sur les os recueillis dans les stations humaines, d'autre part aux os rongés par diverses espèces d'animaux ou au produit des actions physiques les plus variées, ne peuvent laisser de doutes sur leur nature.

Grâce à l'obligeance de MM. Bourgeois et Delaunay, je sou mets à la Société ces deux curieux fragments de côtes d'*Haltitherium*. Tous les deux portent à la fois des traces de coupures plates, longitudinales, et des incisions plus ou moins étroites et profondes. Il y a là accumulation de preuves. La démonstration ne saurait donc être plus complète.

Nous voilà forcé, grâce aux ossements incisés de M. Delaunay, de faire remonter l'origine de l'homme jusqu'aux faluns de l'Anjou, jusqu'au miocène moyen.

Nous voilà forcé, grâce aux silex taillés de M. Bourgeois, d'aller encore plus loin, de faire remonter l'homme jusqu'aux calcaires de Beauce ou miocène inférieur.

Après la communication de M. de Mortillet, M. Hébert dit qu'il ne peut s'empêcher d'exprimer son opinion sur les prétendus silex taillés trouvés dans le calcaire de Beauce par M. l'abbé Bourgeois. Une note sur cette découverte a été lue devant le Congrès archéologique international au mois d'août dernier; M. Hébert n'ayant point vu les échantillons s'est abstenu de toute observation. — Le lendemain de cette lecture, M. Hébert s'est rendu, avec M. le professeur Nilsson, de Lund, chez M. le marquis de Vibraye, où les silex étaient déposés. — Il a examiné ces pièces attentivement et en présence de MM. Bourgeois et de Vibraye, et il croit pouvoir déclarer de la manière la plus formelle que ces silex ne présentent rien qui soit de nature à exiger l'intervention de la main de l'homme. M. Nilsson a été du même avis.

M. Hébert pense également que les incisions que portent les os de Lamantin recueillis par M. l'abbé Delaunay dans les fa-

luns de Touraine ne prouvent aucunement l'existence de l'homme à cette époque.

De semblables conclusions, appuyées sur des faits de cette nature, lui paraissent être un danger véritable et d'autant plus sérieux, que les personnes qui se laissent entraîner sur cette pente présentent plus de garanties scientifiques.

M. Alb. Gaudry rappelle que M. Worsaae, directeur du Musée de Copenhague, homme très-compétent en silex taillés, ayant examiné les pièces recueillies par M. Bourgeois, a dit, devant MM. Cotteau, Collomb, Delaunay, de Vibraye, Franchet et lui :

« Parmi les silex apportés par M. l'abbé Bourgeois, plusieurs sont évidemment travaillés. »

Le Secrétaire lit la note suivante de M. Ébary :

Allures des couches sédimentaires aux abords des émissions basaltiques du Coyron (Ardèche); par M. Th. Ébray.

Quand on jette les yeux sur les descriptions des roches basaltiques et sur leurs rapports avec les roches stratifiées encaissantes, on voit que presque tous les auteurs qui se sont occupés de cette question supposent que la roche volcanique, suivant eux, cause première de la dislocation, a partout soulevé, bouleversé, étiré ces couches sédimentaires, en formant des chaînes de montagnes.

Il y a déjà fort longtemps qu'un savant et profond géologue chercha à s'élever contre ces idées erronées; mais sa voix et ses conseils ne furent pas suffisamment écoutés, car l'idée des soulèvements était à la mode; la théorie et les raisonnements abstraits formaient les arguments principaux de la polémique; à une abstraction on répondait par une autre abstraction, et la discussion s'éteignit avec le grand esprit qui l'avait fait naître, et qui, quelque temps avant sa mort, proclamait encore : (1)
« J'ajouterai avec toute franchise et toute conviction que, plus que jamais maintenant, je doute que la théorie des cratères de soulèvement soit réellement applicable à certains reliefs du sol d'origine.

(1) Constant Prévost (*Bulletin de la Soc. géol. de France*).

aqueuse, tout comme je suis certain qu'elle ne l'est pas aux cirques des montagnes volcaniques que j'ai observées. »

Quelques années auparavant, notre savant et regrettable confrère s'était déjà exprimé ainsi : « *Découragé par les résultats de ces discussions, j'ai pensé que le temps et de nouveaux observateurs pourront seuls faire triompher la vérité, en luttant contre l'espèce d'enthousiasme avec lequel ont été accueillies d'anciennes idées.* »

Adversaire nous-même des théories proposées par une certaine fraction du corps enseignant, nous croyons que la méthode pour arriver à la connaissance de la vérité consiste à examiner de point en point les faits sur lesquels on a édifié cette théorie des soulèvements, qui a absorbé en pure perte, et pendant de si longues années, un grand nombre d'intelligences d'élite en France ; nous avons déjà fait paraître sur ce sujet six mémoires, dont cinq ont été publiés par la Société géologique de France ; le sixième, intitulé : *Nullité du système de soulèvement de la Côte-d'Or*, se trouve dans les *Mémoires de la Société industrielle de Lyon* (année 1867).

Dans ces quelques lignes, nous nous proposons d'étudier les allures des couches sédimentaires aux abords des montagnes du Coyron, en donnant des coupes régulièrement levées, dont le contrôle pourra s'opérer par tous les géologues qui visiteront ces contrées intéressantes.

Nous remarquerons toutefois que cette étude importante n'a pas même été effleurée par les géologues qui se sont occupés des roches basaltiques au point de vue des cratères de soulèvement ; il suffit, pour s'en convaincre, de jeter les yeux sur la description des terrains volcaniques de la France centrale par M. Amédée Burat ; en parcourant le plateau basaltique de Coyron, entre Lescrinet et Rochemaure, ce géologue ne paraît pas s'être inquiété le moins du monde des inclinaisons des couches sédimentaires aux abords de ces montagnes.

Nous nous occuperons, en premier lieu, des émissions isolées de Rompon, de Serrenière, de Privas ; puis nous décrirons l'allure des couches de l'arête principale du Coyron.

La roche éruptive étant, dans ces contrées, arrivée au jour au travers des couches sédimentaires récentes, telles que couches jurassiques et crétacées, dont la stratification est très-régulière et facile à observer, nous avons pensé que le Coyron offrait des avantages qui ne se retrouvent pas ailleurs.

Émission de Rompon. — Si, en amont du Pouzin, on s'engage

dans le premier sentier qui gravit la berge escarpée du Rhône, on ne tarde pas à arriver, au bout d'une heure de marche, à une faite qui sépare deux petits affluents de ce fleuve. A droite du chemin se trouve l'ancienne abbaye de Rompon, aujourd'hui en ruines, et à l'ouest de laquelle s'élève un petit tertre qu'il faut gravir pour embrasser avec ensemble les couches dont nous allons nous occuper.

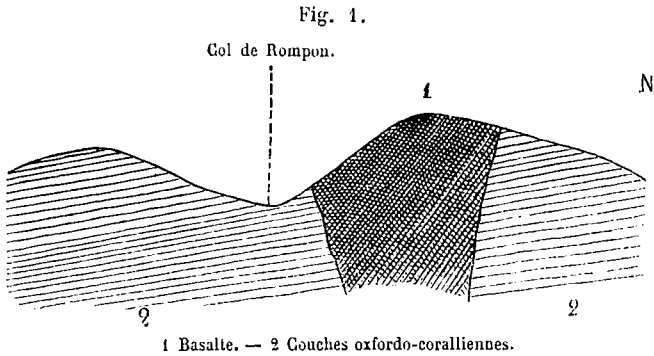
Du sommet de cette petite éminence, l'observateur a devant lui un véritable petit désert, qui permet de suivre, couche par couche, la longue série du massif oxfordo-corallien. Ces couches arides forment un immense cirque qui entoure le petit ruisseau la Fouille, aboutissant à Rompon ; elles sont disposées en escalier, dont chaque marche représente un banc, de telle sorte qu'on se trouve en présence d'une coupe géologique naturelle toute prête à être reçue sur un carnet de voyage.

L'inclinaison des couches, c'est-à-dire la ligne de la plus grande pente, est sud-ouest ; parallèlement au Rhône, les strates pendent faiblement vers le sud et se recouvrent, à une petite distance en aval du Pouzin, par les premières couches de la période crétacée.

Vers le fond du cirque dont nous venons de parler, et au nord du col de Rompon, la stratification est subitement interrompue ; à la place des bancs si réguliers du massif oxfordo-corallien se remarque un pâtre noirâtre qui représente l'émission basaltique de Rompon.

On est tout d'abord étonné, en examinant l'arrêt brusque des couches jurassiques, du maintien de la régularité de la stratification ; l'émission ici n'a causé aucun dérangement, et tout esprit impartial, en présence de ce fait aussi clair, devra conclure que la roche éruptive n'a rien disloqué, rien soulevé, et qu'elle a simplement profité d'un trou pour arriver à la surface ; la masse basaltique n'a pas même dû se projeter dans cette fente avec impétuosité, car le régime normal des couches se maintient jusqu'à l'origine de la cheminée.

Nous donnons ci-après une coupe de cette émission :



Dyke de Serrenière. — Pour examiner ce dyke, on prend la route de Privas à Chomérac et on s'arrête à 2 kilomètres environ d'Allissas, un peu avant le viaduc du chemin de fer, à une maison isolée où aboutit une petite combe (1). On gravit le thalweg de cette combe jusqu'au sommet de l'arête jurassique, d'où l'on aperçoit la maison de Serrenière, située à quelques mètres du dyke basaltique.

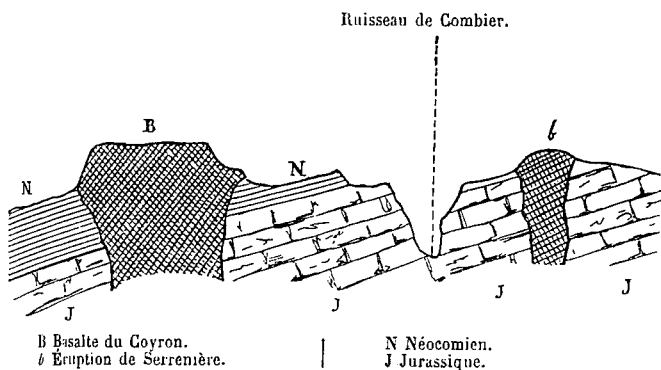
Du sommet de ce dyke, la vue permet d'embrasser l'arête principale du Coyron et de se rendre compte de la disposition générale des couches sédimentaires; la petite émission de Serrenière est d'ailleurs reliée au massif principal par un filon de basalte mis à découvert par les déblais de la route, au-dessous de la plate-forme du chemin de fer.

Les conséquences que l'on tire en observant la stratification sont identiquement les mêmes que celles qui résultent de l'inspection de l'éruption de Rompon; non-seulement on voit avec clarté que le dyke n'a rien soulevé ni disloqué, mais l'on constate encore que les couches jurassiques continuent à plonger jusqu'à leur contact avec le basalte du Coyron; cet affaissement n'a aucun rapport avec l'action de la roche éruptive, car

(1) Si, au lieu de suivre constamment le thalweg, on se dirige à gauche, à partir de la petite cabane située au milieu des vignes, on arrive, tout en gravissant le coteau, à l'entrée de deux grottes, dont l'exploration ne m'a offert que des ossements fort récents; certains indices me paraissent démontrer que cette grotte avait une autre entrée, et je suppose que des fouilles nouvelles pratiquées devant cette deuxième entrée produiraient des résultats plus intéressants.

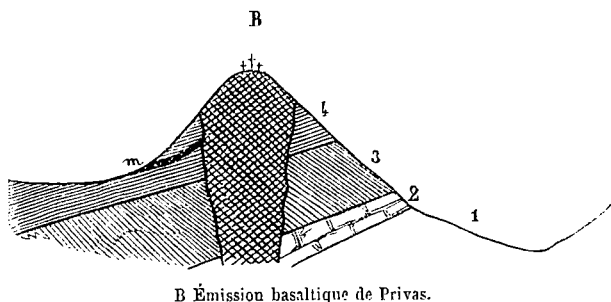
il se continue sans dérangement sur l'autre versant, du côté de Saint-Pons, comme l'indique le croquis ci-dessous :

Fig. 2.



Éruption de Privas. — On constate à Privas même une autre éruption, sur laquelle nous ne nous étendrons pas, puisqu'elle conduit aux mêmes conclusions que les autres ; nous nous bornerons à la figurer au moyen d'une coupe dirigée N. N. E.

Fig. 3.



- 1 Grès bigarré et marnes irisées.
- 2 Grès du lias.
- 3 Lias comprenant infralias, lias à Gryphées arquées, lias moyen, lias supérieur, fer supraliasique.
- 4 Calcaire à Entroques, grande oolithe, minéral bajocien de Privas.

Émission principale du Coyron. — Cette émission est une des plus considérables de l'Ardèche ; les points culminants n'attei-

gnent pas, il est vrai, les hauteurs du Mézenc, mais son développement en longueur et en largeur est supérieur à celui des autres éruptions basaltiques.

L'examen des lignes de jonction du basalte et des couches sédimentaires peut se faire dans les déchirures perpendiculaires à l'arête, là où l'action diluvienne a enlevé le manteau basaltique qui recouvre encore les contre-forts. Cet examen prouve que le basalte est arrivé au jour par une large fissure, occupant aujourd'hui le sommet de l'arête, dont l'élévation résulte de ce que le basalte a mieux résisté à l'action des eaux que les formations crayeuses et jurassiques.

Nous avons traversé l'arête du Coyron suivant des directions bien diverses; partout nous avons vu une stratification régulière, tout à fait indépendante de l'action de la roche éruptive; nous nous bornerons donc à donner la coupe suivant une ligne qui relie Privas à Villeneuve-de-Berg; cette coupe pourra être considérée comme un type applicable à toutes les coupes parallèles à cette direction.

La route de Privas à Villeneuve-de-Berg traverse, aux environs de Privas, les couches à Fucoïdes qui surmontent les minerais de fer à *Ammonites linguiferus*; puis, en se dirigeant vers Coyron, on rencontre l'étage callovien, la base argileuse de l'oxfordien, l'oxfordien calcaire et d'autres bancs qui correspondent probablement au coral-rag.

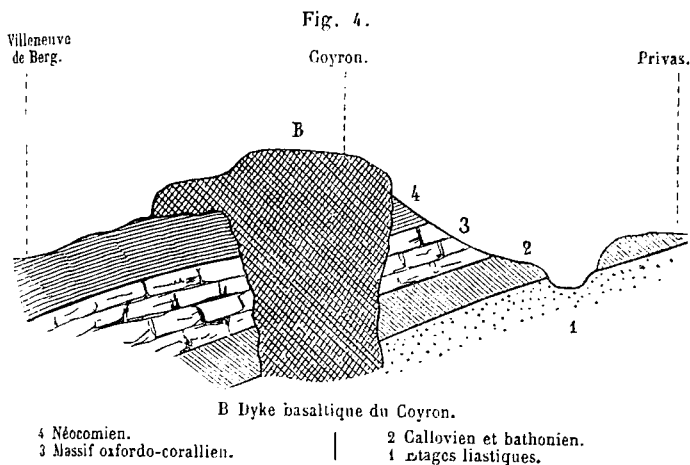
Vers la cote 600 se manifestent les calcaires à *Terebratula diphya* et les marnes néocomiennes inférieures qui butent contre les basaltes.

Le long de la route, il n'est guère possible de se rendre un compte bien exact de l'inclinaison des couches; cependant, là où la stratification est apparente, on voit que les étages s'inclinent vers l'éruption. Pour bien se rendre compte de l'allure des couches, il faut les étudier dans les ravins où les actions diluviennes les ont mises à découvert. Un ravin de ce genre existe à droite de la route après avoir atteint l'altitude 600: c'est celui qui se continue jusqu'à l'exploitation des minerais de fer de Privas; il montre avec évidence le plongement général des couches vers le massif basaltique, qui se sépare nettement des roches stratifiées, à côté d'une ferme visible depuis la route de Villeneuve-de-Berg; les relations peuvent même s'étudier sans descendre dans le ravin, d'un accès quelquefois difficile.

Après avoir traversé le plateau basaltique, on ne tarde pas à

rencontrer les couches néocomiennes affectées de leur pendage sud-ouest.

Le croquis ci-dessous représente une coupe suivant une ligne reliant Privas à Villeneuve-de-Berg :



Ainsi, l'observateur qui se rendrait compte des inclinaisons en n'observant seulement que le versant sud du Coyron se croirait autorisé à admettre un soulèvement; mais pour lui la médaille a un revers, car, sur le versant nord, les couches s'affaissent, au contraire, vers la roche éruptive.

En jetant un coup d'œil général sur l'ensemble des couches, on remarque, en définitive, que la stratification n'a pas été dérangée par le basalte arrivé au jour par une fente dont l'existence est due à des causes générales en rapport avec le refroidissement graduel du globe.

Le Secrétaire communique la note suivante de M. de Boutigny :

Note sur le calcaire cipolin de Fenouillet, près Hyères (Var);
par M. C. de Boutigny.

Il existe dans le massif des Maurettes (partie occidentale de la chaîne des Maures) une couche de calcaire cipolin avec sidérocriste. Ce gisement n'a pas encore été signalé dans ces mon-

tagnes; mais M. Falsan semble le pressentir dans son excellente notice géologique du canton d'Hyères, quand il indique, au contact du dyke d'amphibolite qui se trouve sur le sentier de la Roquette, des couches de phyllade imprégnées de cristaux octaédriques d'oxydule et de cristaux de calcaire.

En effet, si l'on suit le sentier de la Roquette en s'éloignant d'Hyères, on rencontre le filon d'amphibolite que l'on peut suivre pendant quelque temps, mais dont on remarque surtout quatre ou cinq pointements sur un parcours de plus de mille cinq cents mètres de l'est à l'ouest. C'est à la bifurcation du sentier qui mène à Fenouillet, et en le suivant, que l'on observe les phyllades imprégnés de cristaux de calcaire dont parle M. Falsan; en recoupant alors les couches qui vont de N. E. au S. O., avec plongement au S. E., on peut observer en place toutes les variétés de ce calcaire cipolin, qui se présente par veines avec des renflements assez forts, intercalés dans une série de couches de phyllades d'une cinquantaine de mètres de puissance. Ce cipolin, le plus ordinairement d'un blanc assez pur, offre cependant des loupes d'un rose vif; il a une cassure grenue et saccharoïde dans le voisinage de l'amphibolite, tandis qu'il devient de plus en plus spathique en descendant les couches, c'est-à-dire en s'éloignant de l'agent métamorphique; il est entrecoupé dans certaines couches par des veinules bleuâtres de sidérocriste, et l'on y rencontre des cristaux octaédriques de fer oxydulé; d'autres parties renferment aussi des nids de quartz englobés dans le calcaire qui présente alors une texture franchement spathique.

Si, en suivant le même sentier jusqu'au voisinage de l'escarpement est de Fenouillet, l'on descend ensuite dans le ravin qui se trouve au midi jusqu'à un chemin d'exploitation, l'on ne tarde pas à rencontrer sur ce même chemin un nouvel affleurement de ce calcaire cipolin qui se présente absolument avec les mêmes caractères que celui du sentier de la Roquette et avec la même direction; seulement, le plongement est à l'ouest. L'on peut suivre ces couches sur plus de trois cents mètres. Ce second gisement se trouve à plus de deux mille mètres de celui du sentier de la Roquette.

Quelques couches présentent ici entre les feuillets schisteux de légères traces de carbonate vert de cuivre.

Ces couches calcaires sont supportées par un banc épais de quartzite en parfaite concordance avec elles de direction et de plongement. Ce banc présente une particularité intéressante

pour l'étude de ces terrains anciens. C'est un quartzite grenu assez schisteux, tout moucheté de cristaux d'ottrélite, qui atteignent souvent près de quatre millimètres de diamètre. M. des Cloizeaux, à l'obligeance de qui je dois la détermination de ce minéral, trouve qu'il se rapproche plus d'une variété à larges lames trouvée dans les Ardennes par M. Damour, que du type d'Ottrez, et qu'il rappelle aussi la phyllite des Américains.

Je dois ajouter que l'ottrélite avait déjà été trouvée, il y a quelques années dans ces montagnes, et probablement au même gisement, par MM. Lory et Falsan.

La découverte de ce calcaire cipolin ne fait que justifier les prévisions de M. Coquand, qui écrivait en 1850, dans un mémoire sur les terrains primaires et ignés du Var : « Il paraît hors de doute que les deux gisements de cipolin de Giens et de Collobrières, qui se trouvent disposés sur une même ligne, appartiennent à un même système de couches et sont le prolongement réciproque l'un de l'autre. » Le cipolin des Mauvelles se trouve avoir la même direction, le même plongement, les mêmes caractères que celui de Collobrières, et il est exactement situé sur la ligne qu'a tracée le savant professeur.

Séance du 16 décembre 1867.

PRÉSIDENTE DE M. DE VERNEUIL.

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

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'Instruction publique,
Journal des savants, novembre 1867, in-4.

De la part de M. G. Cotteau :

1° *Rapport sur la collection de géologie offerte à la Société des sciences de l'Yonne par M. le Dr Ricordeau*, in-8, 44 p.; Auxerre, 1866, chez G. Perriquet.

2° *Fossiles albiens et cénomaniens des environs de Saint-Florentin*, in-8, 28 p., 1 pl.; Auxerre, 1867....

Soc. géol., 2° série, tome XXV.

3° *Rapport sur les progrès de la géologie et de la paléontologie en France pendant l'année 1866*, in-8, 48 p.; Caen, 1867, chez F. Le Blanc-Hardel.

4° *Le congrès international d'anthropologie et d'archéologie pré-historiques tenu à Paris au mois d'août 1867*, in-8, 15 p.; Auxerre, 1867; chez G. Perriquet.

5° *Rapport sur les musées d'histoire naturelle de quelques-unes des villes du sud-ouest de la France*, in-8, 24 p.; Caen, 1867, chez F. Le Blanc-Hardel.

6° *Nouvelles observations sur le terrain jurassique des environs de Tonnerre*, in-8, 10 p.; Auxerre, 1868; chez J. Perriquet.

7° *Considérations générales sur les échinides réguliers du terrain crétacé de France*, in-8, 7 p.

De la part de M. H. Crosse, *Journal de conchyliologie*; in-8, t. VII, 1867; Paris, chez M. Crosse, rue Tronchet, 25.

De la part de M. Alphonse Milne-Edwards, *Recherches anatomiques et paléontologiques pour servir à l'histoire des oiseaux fossiles de la France*; in-4, 13^e livraison; Paris, 1867; chez Victor Masson et fils.

De la part de M. H. Trautschold, *Gedaechtnissrede auf J. Auerbach* (16 novembre 1867), in 8°, 5 p.; Moscou, 1867.

De la part de M. de Helmersen :

1° *Die Bohrversuche zur Entdeckung von Steinkohlen auf der Samarahalbinsel, und die Naphthaquellen und Schlammvulkane bei Kertsch und Taman*, in-8, 55 p. 1 pl.; Saint-Petersbourg, 1866.....

2° *Zur Frage über das behauptete Seichterwerden des Azowschen Meeres*, in-8, 42 p., 1 pl.; Saint-Petersbourg, 1867.....

De la part de M. Venance Payot, *Oscillations des 4 grands glaciers de la vallée de Chamouni pendant le XIX^e siècle*, in-8, 7 p.; Lausanne, 1867; chez F. Blanchard.

De la part de M. Waldemar Schmidt, *le Danemark à l'Exposition universelle de 1867*, in-8, 262 p.; Paris, 1868; chez C. Reinwald.

De la part de M. R. de Visiani, *Della vita scientifica del cav. Alberto Parolini*, in-8, 32 p., 1 pl. et 1 portrait; Venise, 1867; chez G. Antonelli.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1867, 2^e sem. — T. LXV, n^{os} 23 et 24, in-4.

L'Institut, n^{os} 1770 et 1771; 1867, in-4.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, novembre 1867, in-8.

The Athenæum, n^{os} 2093 et 2094; 1867, in-8.

Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel, 4^e volume; 1867, in-8.

Württembergische naturw. Jahreshfte, 1866, 2^e et 3^e cahiers; 1867, 1^{er} cahier; in-8.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, físicas y naturales, novembre 1867; in-8.

The american journal of science und arts, par Silliman; novembre 1867, in-8^o.

M. G. de Mortillet présente le *Danemark à l'Exposition universelle de 1867* (V. la *Liste des dons*), de la part de l'auteur, M. Waldemar Schmidt, commissaire danois pour l'histoire du travail. C'est un excellent livre, parfaitement fait, donnant les plus intéressants détails sur les temps préhistoriques du Danemark, temps qui se sont prolongés pour ce pays jusqu'au dixième siècle de notre ère. La *Notice préliminaire* contient quelques renseignements géologiques sur les terrains superficiels et les diverses tourbières. Au commencement du premier chapitre, M. Schmidt rappelle qu'en 1831, à Soender-Omme, en Jutland, on a découvert des ossements de Mammouth (*Elephas primigenius*). Il cite aussi dans les tourbières les plus anciennes le Renne (*Cervus tarandus*), l'Élan (*C. alces*), l'Urus et l'Aurochs.

M. Michelot met sous les yeux de la Société les coupes géologiques des tranchées du chemin de fer de Boulogne à Calais et indique la succession des assises jurassiques entre Wimereux et Rinxent, près de Marquise.

M. Edmond Pellat fait la communication suivante :

Observations sur quelques assises du terrain jurassique supérieur du bas Boulonnais. — Coup d'œil sur le terrain jurassique supérieur de cette contrée; par M. Édmond Pellat.

Plusieurs des assises sur lesquelles j'ai appelé récemment l'attention de la Société (1), et que je me propose de décrire dans cette note, ont été rattachées à tort à l'étage oxfordien supérieur.

Les argiles à *Millericrinus echinatus* qui forment, avec les argiles à petites Ammonites pyriteuses et à *Terebratula impressa*, l'oxfordien moyen, sont surmontées, dans la tranchée de la Liégette, de bas en haut, des couches suivantes :

3 mètres d'argile d'un gris bleuâtre ou noirâtre, avec calcaires gris intercalés et lits de rognons.

1 mètre d'argile grisâtre ou jaunâtre ferrugineuse, avec *Chemnites* et *Ostrea dilatata* (var. *major*).

70 centimètres de calcaire jaunâtre à la surface et dans les joints, et grisâtre à l'intérieur, très-fossilifère (grosses Serpules, *Opis*, *Arca*, *Thamnostrea*, etc.).

1 mètre environ d'argiles noirâtres, avec *Ostrea dilatata* (var. *major*).

La tranchée de la Liégette ne montre pas le reste de l'Oxford-clay; mais, entre Belle et Houllefort et sur le chemin qui mène de Conteville à Hautembert, on voit le calcaire à *Opis* de la coupe précédente surmonté de 6 à 7 mètres d'argiles caractérisées (comme les argiles du haut de la tranchée de la Liégette) par de grandes *Ostrea dilatata*. La végétation m'a empêché d'étudier en détail ces dernières couches de l'Oxford-clay.

Cet ensemble de dépôts, dont j'évalue approximativement l'épaisseur à 12 mètres, constitue seul, dans le Boulonnais, l'oxfordien supérieur.

Les argiles contiennent, avec l'*Ostrea dilatata* (var. *major*), l'*Ostrea gregaria*, l'*Ostrea nana* et de grosses Serpules, sur lesquelles on remarque des points blancs, comme sur les fossiles de l'oxfordien supérieur de la Bourgogne et de la Franche-Comté.

J'ai recueilli dans le calcaire à *Opis* : *Serpula*, c. (2); *Chemnit-*

(1) Voir page 119 (séance du 4 novembre 1867).

(2) C. signifie commun; a. c., assez commun; r., rare.

zia heddingtownensis, Sow., sp., c.; *Chemnitzia*, c.; *Nerinea*, c.; *Turbo Meriani*, Goldf., r.; *Turbo inornatus*, Buv., r.; *Pleurotomaria*, r.; *Pterocera*, a. c.; *Cerithium russiense*, d'Orb., c.; *Opis*, c.; *Arca*, c.; *Lima*, r.; *Ostrea greguria*, Sow., c.; *Ostrea nana*, Goldf. sp., c.; *Millericrinus*, r.; radioles de *Cidaris florigemma*, Phill., r.; *Collyrites bicordata*, Des., r.; *Thamnastrea*, c.

Ce calcaire à *Opis* et à Nérinées, intercalé dans des argiles à *Ostrea dilatata* (var. *major*), renferme les fossiles les plus caractéristiques de l'oolithe à *Opis* et à Nérinées qui surmonte à Trouville les argiles à *Perna quadrilatera* et à *Ostrea dilatata*, (variété aplatie et de grande taille), et qui est recouverte directement, dans cette localité, par le calcaire à *Cidaris florigemma* (1).

L'oxfordien supérieur du Boulonnais a donc beaucoup d'analogie avec l'oxfordien supérieur des côtes de la Manche; il rappelle aussi, par quelques fossiles et par certains caractères minéralogiques, celui du Jura.

Six à sept mètres d'argiles oxfordiennes séparent le calcaire à *Opis* du calcaire à *Cidaris florigemma* (A), ou, quand il manque, du calcaire à *Terebratula insignis* (B).

Les assises A, B, C, D et l'Oxford-clay sous-jacent n'affleurent que sur un petit nombre de points et dans la partie la plus cultivée du bas Boulonnais. Des observations multipliées permettraient seules de les suivre dans tous leurs détails. Je n'ai cependant aucun doute sur leur superposition que M. Michelot a constatée de son côté, et qui a été observée aussi par deux zélés explorateurs du Boulonnais, MM. Morin et Bertaut.

Ces assises et les assises E, F, G n'ont ensemble que 35 ou 40 mètres d'épaisseur, mais elles renferment des faunules variées, jusqu'ici peu connues. En décrivant ces couches, je les suivrai sur quelques autres points du bassin de Paris; je chercherai ensuite quel est leur groupement le plus naturel.

(1) M. Hébert distingue dans l'oxfordien supérieur de Trouville trois zones : 1° zone à *Perna quadrilatera*; 2° zone à *Nucleolites scutatus*; 3° zone à *Opis* et à Nérinées. Leur épaisseur est évaluée à 25 mètres (*Bull. Soc. géol.*, 2° série, t. XVII, p. 313).

A. Calcaire à polypiers et à *Cidaris florigemma* (calcaire de Brucedale et du bas du mont des Boucards).

L'assise A ne paraît s'être déposée que dans la partie sud du bas Boulonnais et n'aurait guère dépassé une ligne correspondant à peu près à la faille de Wimereux ou à la rivière de ce nom. Je l'ai cherchée vainement sous les assises B et C, au nord de cette ligne. On peut supposer que, pendant qu'elle se formait au sud, le nord de la contrée était émergé, qu'il s'est ensuite affaissé pour recevoir l'assise B, tandis que le sud, où cette assise B et l'assise C manquent, émergeait à son tour. Le mont des Boucards est situé sur la ligne, ou près de la ligne, au nord et au sud de laquelle s'effectuait ce mouvement de bascule, et l'on peut s'expliquer ainsi que les assises A, B, C soient dans cette localité exceptionnellement superposées.

Dans le ruisseau de Brucedale, on voit, sur 2 mètres 50 cent. environ de hauteur, un calcaire compacte, jaunâtre ou blanchâtre, avec lits argileux minces, rempli de polypiers à l'état saccharoïde et de radioles de *Cidaris florigemma*. Sa surface durcie et corrodée indique une émergence avant le dépôt de l'assise argileuse D qui le recouvre, et pendant qu'ailleurs se formaient les assises B et C dont, sur ce point, je n'ai pas vu de traces. J'ai recueilli dans ce calcaire : *Cerithium limceforme*, Rœm., c.; *Phasianella striata*, Sow., c.; *Lima* (2 espèces), c.; *Ostrea solitaria*, Sow., c.; *Ostrea Moreana*, Buv., c.; *Ostrea spiralis*, Goldf., sp. r.; *Rhynchonella inconstans*, d'Orb. (var. *corallina*) c.; *Pseudodiadema Bonjouri*, Et., r. (1); radioles de *Cidaris florigemma*, Phill., c.; radioles d'*Hemicidaris* (plusieurs espèces).

Cette assise affleure entre Questinghen et Échinghen, et entre Échinghen et Baincthun, au fond de petits ruisseaux dont la berge est formée par l'assise argileuse D. Sur ces divers points, je n'ai pas vu, non plus, de traces des assises B et C.

Cette même assise forme, dans le ravin du Petit-Hourecq, près de Carly (toujours dans le sud de la contrée), un massif madréporique, composé, sur 3 mètres environ d'épaisseur, de polypiers cimentés par du calcaire argileux. Les anfractuosités

(1) D'après M. Cotteau, qui a bien voulu, avec son obligeance habituelle, déterminer les échinides que je cite dans cette note, le *Pseudodiadema Bonjouri* se trouve dans l'Yonne et le Jura, à la base du coral-rag.

de ce massif sont remplies de radioles d'oursins (*Cidaris florigemma*, *Hemicidaris Thurmanni*. Et.?, etc.), de tiges de crinoïdes (*Pentacrinus* et *Millericrinus*), de Rhynchonelles (*Rhynchonella inconstans*), d'Huitres (*Ostrea spiralis* et *O. solitaria*), de Spondyles, de Gastrochènes. Cet amas de zoophytes est surmonté de l'assise argileuse D. Là encore les assises B et C manquent.

Sur les divers points précités, l'assise A donne l'idée d'un récif corallien encore en place. Au mont des Boucards, son aspect est un peu différent. Le *Cidaris florigemma* est beaucoup plus rare; les polypiers encore très-nombreux, mais appartenant presque tous au genre *Montlivaltia*, sont mêlés à des mollusques d'espèces variées. J'ai suivi l'affleurement de l'assise surtout le versant nord-ouest, et j'ai recueilli dans des blocailles de calcaire compacte, blanchâtre, remplies de Rhynchonelles de couleur rosâtre, et disséminées dans les champs, à un niveau constant, de nombreux fossiles bien conservés, parmi lesquels je citerai : *Serpula* (plusieurs espèces) c.; *Pholadomya paucicosta*, Rœm., r.; *Astarte* (plusieurs espèces), c.; *Trigonia*, c.; *Arca* (2 espèces), c.; *Mytilus subpectinatus*, d'Orb., c.; *Mytilus gradatus*, Buv., c.; *Lima alternicostata*, Buv.; *Lima* (2 autres espèces), c.; *Pecten subarticulatus* d'Orb., c.; *Pecten Michælis*, Buv., r., *Hinnites inæquistriatus*, d'Orb., c.; *Plicatula semiarmata*, Et., c. (voisine de la *Pl. tubifera* Lam.); *Ostrea Moreana*, Buv., a. c.; *Ostrea solitaria*, Sow., c.; *Ostrea spiralis*, Goldf., sp. c.; *Ostrea nana*, Sow., r.; *Rhynchonella inconstans*, d'Orb. (var. *corallina*), c.; *Terebratula moravica* (*T. Repelliniana*, d'Orb.), c.; *Terebratula insignis*, Schl., r.; radioles de *Cidaris florigemma*, a. c.; radioles d'*Hemicidaris*, a. c.; *Stomechinus lineatus*, Des., r.; *Montlivaltia elongata*, Et., c.; *Montlivaltia grandis*, Et., c., et d'autres polypiers appartenant aux genres *Thecosmilia*, *Thamnastrea*, *Cladorora*, etc. L'état marécageux du sol, au-dessous du niveau où l'on observe les blocs à polypiers et à Rhynchonelles, indique la présence de l'argile oxfordienne. Je n'ai pu constater exactement l'épaisseur de l'assise A, dont on ne voit que des blocailles à la surface des champs; je ne lui crois pas sur ce point plus de 2 mètres.

Le calcaire à polypiers et à *Cidaris florigemma* du Boulonnais est donc un calcaire compacte, blanchâtre ou jaunâtre, avec lits argileux minces, formé quelquefois presque entièrement de polypiers, de radioles de *Cidaris* et de Rhynchonelles, renfermant d'autres fois avec ces fossiles des mollusques variés. Son épaisseur est de 2 à 3 mètres. Ses affleurements assez ra-

res, sont situés dans le sud de la contrée, et ne paraissent pas dépasser au nord le mont des Boucards.

Il rappelle les calcaires compactes ou argileux, pétris de radiales de *Cidaris florigemma* et le calcaire à polypiers, à *Pecten subarticulatus*, à *Ostrea Moreana* des côtes de la Manche; je le considère comme un diminutif des calcaires grisâtres à *Cidaris florigemma* et à *Glypticus hieroglyphicus*, ainsi que de l'oolithe corallienne inférieure de la Haute-Marne et de l'Yonne.

Par sa faune, il se distingue nettement du calcaire oxfordien à *Opis* et à Nérinées, dont il est séparé, ainsi qu'on l'a vu, par plusieurs mètres d'argiles. Cependant, le *Cidaris florigemma* se montre déjà dans le calcaire à *Opis*, et les petites Huîtres que je rapporte à l'*Ostrea nana*, qui sont rares dans l'assise A, mais que nous verrons pulluler dans l'assise B, étaient déjà très-communes dans l'oxfordien supérieur.

B. — Calcaires à *Terebratula insignis* (calcaires de la partie moyenne du mont des Boucards).

Sur le versant nord-ouest du mont des Boucards on observe, à un niveau supérieur à celui des blocailles à polypiers et à Rhynchonelles, et même au milieu de ces blocailles, par suite de glissements, de nombreux fossiles provenant de couches argileuses et calcaires, dont les débris, ramenés par la charrue, se désagrègent beaucoup plus facilement que les débris de l'assise A sous-jacente. Ces couches représentent l'assise B, qu'aucune coupe ne permet ici d'étudier, mais dont la position entre les assises A et C ne peut laisser aucun doute.

Ces mêmes couches se montrent sur le versant sud-est du mont des Boucards, dans les talus du chemin, en descendant vers Houllefort. Au-dessous de l'assise C, exploitée dans une petite carrière, on remarque, sur 5 à 6 mètres de hauteur, de nombreuses alternances d'argiles grisâtres et de calcaires marneux tendres, blanchâtres, quelquefois rougeâtres. Des polypiers allongés (*Montlivaltia subcylindrica*, Et.) forment un lit à la partie inférieure; les argiles sont remplies d'*Ostrea nana*, d'*Ostrea solitaria* et de Térébratules; les calcaires renferment des fossiles bien conservés.

J'ai recueilli sur ces deux points une cinquantaine d'espèces: *Serpula* (plusieurs espèces), c.; *Ammonites* (très-voisine de l'A. *Achilles*), c.; *Pterocera*, (plusieurs espèces) c.; *Natica*, c.; *Cerithium limæforme*, Rœm., c.; *Phasianella striata*, c.; *Chemnitzia*

athleta, d'Orb., c.; *Umbrella*, r.; *Pholadomya paucicosta*, Rœm.; *Pholadomya* (plusieurs espèces), c.; *Panopœa*, c.; *Thracia*, c.; *Corbula*, c.; *Opis*, c.; *Lucina*, c.; *Astarte* (plusieurs espèces), c.; *Nucula* c.; *Cardium* (plusieurs espèces), c.; *Arca*, c.; *Pecten* (voisin du *P. Deaumontianus*, Buv.), c.; *Mytilus subpectinatus*, d'Orb., c.; *Mytilus*, c.; *Gervillia*, c.; *Ostrea nana*, c.; *Ostrea spiralis*, r.; *Ostrea solitaria*, Sow., c.; *Rhynchonella inconstans* (var. *corallina*), r.; *Terebratula insignis*, Schl., c.; *Terebratula bucculenta*, Sow.? c.; *Pedina sublævis*, Ag., c.; *Montlivaltia subcylindrica*, Et., c., etc.

Les calcaires marneux à *Terebratula insignis* affleurent entre Conteville et Hautembert, et entre Conteville et Belle. Dans ces localités, j'ai cherché vainement, entre eux et l'Oxford-clay, le calcaire à *Cidaris florigemma*; et si les argiles à *Ostrea subdeltoides*, qui paraissent reposer directement dessus (sans intercalation de calcaire à Céromyes), n'en cachent point une partie, ils n'auraient pas, sur ces deux points, les 5 ou 6 mètres que je leur attribue sur les deux versants du mont des Boucards.

Leur épaisseur est très-variable, mais toujours moindre qu'au mont des Boucards, à Wierre-Effroy, à Épitre, etc. Là encore, je n'ai pas vu de traces du calcaire à *Cidaris florigemma*. J'ai essayé déjà d'expliquer l'absence de ce calcaire dans le nord de la contrée, et j'ai également signalé l'absence, dans le sud, des calcaires à *Terebratula insignis* et des calcaires à Céromyes.

L'assise B a quelques fossiles communs avec les assises A et C. Plusieurs, déjà cités dans l'assise A, sont oxfordiens autant que coralliens, sinon dans le Boulonnais, du moins ailleurs; tels sont, par exemple: *Phasianella striata*, *Mytilus subpectinatus*, *Terebratula insignis*. Trompé par ces fossiles qui sont précisément les plus communs, trompé, aussi, par l'absence du calcaire à *Cidaris florigemma*, sur les points où mes recherches avaient porté, j'ai cru d'abord que les calcaires à *Terebratula insignis* appartenaient à l'étage oxfordien (1); mais, ainsi que je l'ai dit, on les voit, au mont des Boucards, reposer sur le calcaire à *Cidaris florigemma*; ils ne sauraient donc être classés dans l'oxfordien, et c'est aussi à tort que l'on a attribué à cet étage les calcaires à Céromyes (2).

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. XXIV, p. 189, et *Monographie du portlandien du Boulonnais* (*Mém. de la Société de phys. et d'histoire nat. de Genève*, t. XIX).

(2) M. Rigaux range les couches qui constituent mes assises B et C dans

Les calcaires à *Terebratula insignis* me paraissent correspondre à la partie inférieure des calcaires compacts intercalés dans l'Yonne, entre l'oolithe corallienne inférieure (oolithe de Chatel-Censoir) et l'oolithe corallienne supérieure (oolithe de Tonnerre) (1). Autant qu'on peut en juger d'après les dessins du *Lethea bruntrutana*, plusieurs des fossiles que j'ai cités à ce niveau se retrouveraient dans des « calcaires compacts » et des « calcaires à *Terebratula insignis* » du dicératien d'Étallon, qui surmontent les calcaires à *Cidaris florigemina* (glypticien du même auteur).

C. — Calcaires à Céromyes ou du haut du mont des Boucards.

Les calcaires à Céromyes (assise C) recouvrent, au mont des Boucards et à Menneville, l'assise B, et sont exploités, sur ces deux points, pour la fabrication de la chaux. A première vue, on ne saurait séparer les assises B et C; l'une et l'autre, en effet, sont composées de calcaires blanchâtres et d'argiles. Cependant, dans l'assise C, les calcaires sont plus blancs, plus compacts, plus durs, à cassure nette, un peu fissiles et disposés en bancs plus épais; les argiles qui séparent les bancs de calcaires sont plus noires; les fossiles, plus rares qu'en B, sont quelquefois déformés, écrasés. La faunule des deux assises est d'ailleurs différente. Si, en effet, quelques espèces passent de B en C et établissent une liaison étroite entre ces assises, les espèces les plus communes (les Céromyes) sont spéciales aux couches C, et un certain intérêt s'attache, ainsi que nous le verrons, à la faunule dont elles font partie.

Aux fours à chaux de Menneville, deux carrières donnent la coupe suivante, de haut en bas :

Calcaire compact blanc avec nombreuses Céromyes, *Pholadomya paucicosta*, *Mytilus* voisin du *M. Medus*, etc. (0^m,80).

Argile noirâtre avec quelques *Ostrea* (*Ostrea nana*, *Ostrea solitaria*), fragments de *Pecten*, etc. (1 mètre).

sa 3^e et dernière assise oxfordienne sous le nom de calcaires à *Terebratula insignis* ou de calcaires du mont des Boucards (*Bull. de la Soc. acad. de Boulogne*, n^o 4, 1865).

(1) Nouvelles observations sur le terrain jurassique des environs de Tonnerre, par M. Cotteau (*Bull. des sciences naturelles de l'Yonne*, 1868).

Calcaire argileux grisâtre, tendre, avec quelques rares Térébratules (*T. insignis*), *Gervillia*, *Arca*, etc. (0^m,30).

Argile comme ci-dessus (1 mètre).

Calcaire compacte blanc, à Céromyes, comme ci-dessus (1 mètre).

Les deux banes de calcaires à Céromyes sont exploités. Le fond des carrières est sur de l'argile. Les talus du chemin donnent la série descendante des couches (c'est-à-dire l'assise B).

On peut évaluer à 4 m. 50 ou 5 mètres, au mont des Boucards et à Menneville, l'épaisseur des couches qui constituent l'assise C. Au nord du mont des Boucards (dans les environs d'Épitre), ces couches sont beaucoup moins développées.

J'ai recueilli dans les calcaires à Céromyes, à Menneville et au mont des Boucards, les fossiles suivants : *Pterocera*, c. ; *Umbrella* (la même qu'en B); *Panopæa*, c. ; *Pholadomya paucicosta*, Rœm. (beaucoup plus commune qu'en B); *Ceromya* (voisine de *C. obovata*), c. ; *Ceromya* (autre espèce), c. ; *Mytilus* (voisin du *M. Medus* de l'étage kimméridien, mais plus voisin encore d'un *Mytilus* oxfordien de la Haute-Marne), c. ; *Cardium*, c. ; *Arca*, c. ; *Anatina*, c. ; *Corbula*, c. ; *Pecten* r. ; *Ostrea nana*, r., etc.

Les argiles de l'assise C m'ont donné, à Menneville, quelques rares fossiles des argiles de l'assise B.

Les Céromyes et le Mytilé qui caractérisent l'assise C caractérisent également le corallien compacte de Vouécourt (Haute-Marne), et permettent de considérer les deux dépôts comme synchroniques.

D. — *Argiles à Ostrea subdeltoidea (nob.) ou Argiles du mont des Boucards.*

Nous venons de voir que les assises A, B et C manquent, le plus souvent, l'une ou l'autre, et qu'elles sont exceptionnellement toutes les trois superposées au mont des Boucards. Le massif argileux D, reconnaissable partout à de nombreux fragments de grandes Huitres deltoïdes et à des rognons de limonite concrétionnée, est au contraire constant, mais son épaisseur varie sur des points très-rapprochés; il paraît avoir au maximum 8 mètres; souvent il n'a que 2 ou 3 mètres. Ces accumulations inégales de sédiments s'observent dans le Boulonnais à tous les niveaux du terrain jurassique supérieur.

J'ai rencontré partout l'assise D, tantôt sur l'assise A (Échinghen, Brucdale, Questinghen, Hourecq), tantôt sur l'assise B

(entre Conteville et Belle, entre Conteville et Hautembert, entre Wierre-Effroy et Épitre), ou sur l'assise C (au mont des Boucards et vers Épitre), ou, enfin, affleurant sous les assises E et F, sans qu'on puisse voir sur quoi elle repose, (ruisseau d'Hesdin-l'Abbé).

Dans la tranchée d'Épitre, par suite de la faille de la Slack et de l'amointrissement des assises B et C, les argiles de la base de l'oxfordien moyen et les argiles à *Ostrea subdeltoidea* dont les fragments peuvent être pris à première vue pour des fragments de l'*Ostrea dilatata* (var. *plate*), semblent, d'abord, ne faire qu'un même massif.

La présence de cette assise se devine de loin à l'aspect tout particulier du sol, qui est impropre à la culture, couvert de joncs, tout fendillé, circonstance qui a valu à un endroit de la route de Samer, près de Carly, le nom de mont Pourri.

Au mont des Boucards (sur la route d'Houllefort à Wierre-Effroy) l'assise D a son plus grand développement. Les argiles sont noirâtres, remplies de rognons de limonite et de fragments d'Huitres. Ces Huitres forment, vers la partie supérieure du massif, un lit collé sur une couche argilo-sableuse jaunâtre, de quelques lignes d'épaisseur seulement, et remplie de fossiles indéterminables, de grains de quartz, de petits cailloux noirs et de débris d'os. De nombreux fragments d'Huitres indiquent la présence d'un lit semblable vers la base du massif. A la partie inférieure de ces argiles, on rencontre l'*Ostrea nana* et un *Pecten* de l'assise C. Ces argiles sont ainsi reliées paléontologiquement, comme elles le sont minéralogiquement, aux argiles intercalées entre les deux bancs de calcaires à Céromyès (assise C).

A Hourecq, j'ai recueilli dans l'assise D une grosse Bélemnite très-voisine du *Belemnites excentricus*. Des fragments de la même Bélemnite sont assez communs au mont des Boucards (1).

L'assise D est caractérisée partout, ainsi que je viens de le dire, par de grandes Huitres plates et deltoïdes très-fragiles. Plusieurs exemplaires de cette Huitre ont été recueillis au mont des Boucards par M. Michelot et par moi. Ces *Ostrea* ressemblent beaucoup à l'*Ostrea deltoidea* et, au premier abord, on n'hésite pas à les rapporter à cette espèce. Cependant, en les comparant aux *Ostrea deltoidea* du cap la Hève, nous avons

(1) Le *Belemnites excentricus* est cité par Alc. d'Orbigny dans l'étage corallien de Trouville (*Prodrome*, t. 2, p. 1).

reconnu, M. Hébert et moi, quelques différences qui permettent de les distinguer, soit comme espèce, soit tout au moins comme variété, aussi bien des Huitres deltoïdes du cap la Hève, que des Huitres deltoïdes de l'oxfordien de la Meuse (*Ostrea unciiformis*, Buv.).

L'Huitre du mont des Boucards a l'impression ligamentaire constamment moins allongée que celle de l'*Ostrea deltoidea*; son crochet, au lieu de se terminer en pointe, se termine presque carrément; quelques caractères la séparent également de l'*Ostrea unciiformis*, dont le crochet est plus court et plus oblique. Doit-on ne faire de ces Huitres deltoïdes qu'une seule espèce, l'*Ostrea deltoidea*, espèce à long terme, qui traverserait tout le terrain jurassique supérieur? Une première variété commencerait avec l'oxfordien inférieur de la Meuse; une autre (*Ostrea unciiformis*, Buv.) (1) serait de l'oxfordien supérieur de la même contrée; l'*Ostrea* du mont des Boucards constituerait une troisième variété; le type caractériserait les argiles du cap la Hève et serait rare à Boulogne, dans des couches plus élevées du kimméridien; on retrouverait une variété deltoïde très-rare (je n'en ai recueilli que deux exemplaires [2]) dans le portlandien moyen du Boulonnais et, avec beaucoup de bonne volonté, on pourrait voir une dernière variété de cette espèce dans l'*Ostrea expansa* du portlandien moyen et du portlandien supérieur (3). Enfin, pour suivre cette espèce dans toutes ses pérégrinations ou ses transformations, on pourrait dire que les sédiments calcaires ne lui conviennent pas et qu'elle y perd sa forme deltoïde. Elle deviendrait alors l'*Ostrea cotyledon*, Contej., et l'*Ostrea* de la base des calcaires à Astartes de la Sarthe, qui diffère du type de l'*Ostrea deltoidea* de Weymouth. Mais ces rapprochements mèneraient loin, et, comme l'Huitre plus ou moins deltoïde de chacun de ces niveaux a toujours quelques caractères spéciaux (même en tenant compte de la variabilité du genre et des différences d'âge), j'incline à considérer celle des argiles du mont des

(1) L'exemplaire figuré par M. Buvignier, dans la *Statistique de la Meuse*, paraît être une variété extrême.

(2) Ils ont été considérés par M. de Loriol comme une variété de l'*O. expansa* (*Mém. de la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève, Monographie du portlandien du Boulonnais*).

(3) Un de mes échantillons du mont des Boucards ne saurait être distingué des *Ostrea expansa* du portlandien.

Boucards comme une espèce distincte (*Ostrea subdeltoidea*, plutôt que comme une variété de *Ostrea deltoidea*).

E.—*Argiles et calcaires roux à Trigonía Bronnii*; — *Sables ferrugineux et Grès (couches d'Échinghen)*.

Bien que ces couches soient très-minces (0^m,50 à Échinghen) et qu'elles se réduisent souvent à une simple plaquette de grès qui se perd dans l'argile D sous-jacente, elles m'ont paru mériter, à cause de leur faunule, une place distincte dans la série des assises jurassiques du Boulonnais.

Dans la vallée d'Échinghen, un petit ruisseau, qui vient se jeter dans le ruisseau de Bainethun, donne la coupe suivante de haut en bas :

Oolithe jaunâtre grossière désagrégée, avec petites Huitres encroûtées (c'est la base de l'assise F.)

Argile jaunâtre.....	} 0 ^m ,50
Plaquette de grès bleu de 0 ^m ,02.....	
Argile comme ci-dessus, mais sableuse par places, avec un lit de calcaire ferrugineux, oolithique, renfermant quelques petits grains de quartz et rempli de Trigonies et d'Astartes.....	
Argiles noirâtres à <i>Ostrea subdeltoidea</i> (assise D).	

Les mêmes couches ont été observées dans la tranchée d'Épitre par M. Michelot et par moi. M. Triger vient de les trouver à Bazinghen.

Entre Wierre-Effroy et Épitre, on remarque, au-dessous de l'oolithe (assise F), des sables ferrugineux qui correspondent au calcaire à *Trigonía Bronnii*, dans lequel on observe quelquefois des grains de quartz et même des galets assez volumineux.

A Hourecq, à Hesdin-l'Abbé, l'assise paraît être représentée par la petite plaquette de grès bleuâtre de la coupe d'Échinghen.

Les fossiles que j'ai recueillis dans le calcaire roux d'Échinghen sont : *Trigonía Bronnii*, Ag., c.; *Gervillia*, c.; *Arca*, c.; *Astarte* (plusieurs espèces très-communes dont une est voisine de l'*Astarte supracorallina*, Buv.) et plusieurs petits gastéropodes.

Ce calcaire paraît correspondre aux sables de Glos, caractérisés, comme on le sait, par la *Trigonía Bronnii*; quelques

uns de ses fossiles passent dans l'assise F et rappellent des espèces du *Calcaire à Astartes*.

L'intercalation du calcaire à *Trigonia Bronnii* dans des argiles reliées aux argiles D me conduit à rapprocher cette petite assise, qui paraît très-variable, de l'assise D plutôt que de l'assise F. Cependant peut-être pourrait-on tout aussi bien la rattacher à l'assise F.

F. — *Oolithe à Nérinées et à Terebratula humeralis (oolithe d'Hesdin-l'Abbé et calcaires de Bellebrune)*.

Je distingue dans cette assise, qui affleure sur un grand nombre de points, et dont l'épaisseur varie entre 8 et 10 mètres, plusieurs niveaux différents :

1° On rencontre partout, à la partie inférieure, 1 mètre environ d'oolithe jaunâtre, friable, remplie de petites Huitres encroûtées, semblables à celles que j'ai rapportées dans les assises A, B et C à l'*Ostrea nana*. Cette oolithe renferme aussi : *Pecten*, c.; *Astarte*, c.; *Ostrea spiralis*, a. c.; *Terebratula humeralis*, Rœm., c.; *Echinobrissus* (voisin de l'*E. major*, Et.); *Pygurus Royerianus* (nombreux débris); *Cidaris florigemma* (radioles grêles et assez rares) (Tranchée d'Épitre, vallée d'Échinghen, ruisseau d'Hesdin-l'Abbé, ruisseau d'Hourecq, environs de Samer, etc.).

2° Au-dessus, et sur 2 à 3 mètres d'épaisseur, l'oolithe est mieux agglutinée; ses grains assez gros, ronds et jaunâtres, très-réguliers, sont cimentés par du calcaire blanc sur lequel ils ressortent. C'est l'oolithe à grosses Nérinées. J'ai recueilli à ce niveau : *Ammonites*, r.; *Nerinea Goodhallii*, Sow. ? C.; *Nerinea* (deux autres espèces), c.; *Pholadomya Protei*, Def., r.; *Pholadomya hortulana*, d'Orb., a. c.; *Astarte*, c.; *Lucina*, c.; *Pecten*, c.; *Mytilus subpectinatus*, d'Orb., a. c.; *Ostrea nana*, c.; *Ostrea spiralis*, r.; *Rhynchonella inconstans*, d'Orb. (var. *minor*), c.; *Terebratula humeralis*, Rœm.; *Terebratula subsella*, Leym., c.; *Echinobrissus*, c.; *Pygurus Royerianus*, Colteau, c.; *Holactypus corallinus*, d'Orb. c. (Baincthun, Épitre, Hautembert, Questinghen, Hesdin-l'Abbé, Hourecq, etc.).

3° Cette oolithe est surmontée de calcaires compacts blanchâtres, avec taches noirâtres dans les fissures. Ils rappellent les calcaires de Bréquerèque qui surmontent l'assise G et les calcaires du mont des Boucards (assises B et C). Leur épaisseur varie de quelques centimètres à 1^m,50. C'est

vers Alinethun et Wirvigne qu'ils paraissent avoir leur plus grand développement ; on les y exploite comme pierre à chaux. Ils occupent aussi de grandes surfaces entre Brucdale et Carly. Je n'y ai point vu de fossiles.

4° Ces calcaires compacts sont suivis de 3 à 4 mètres de calcaires jaunâtres, durs, finement oolithiques par places, très-fossilifères. J'y ai recueilli : *Chemnitzia*, c.; *Nerinea Gosæ*, Rœm.? c.; *Nerinea* (2 autres espèces); *Natica*, c.; *Pholadomya Protei*, Def., c.; *Panopæa*, c.; *Arca*, c.; *Pecten*, c.; *Trigonia papillata*, Ag., c.; *Terebratula humeralis*, Rœm., c.; *Hemicidaris Gresslyi*, Et.? r.; *Pygurus Royerianus* (fragments communs), et de nombreux fragments de *Pinnigena* (*P. Saussurii*, d'Orb.). — (Hautembert, Alinethun, versant du mont Lambert, Carly, env. de Samer, etc.).

A Bellebrune, un calcaire jaunâtre, dur, légèrement oolithique, rempli de Nérinées, est suivi, sur une épaisseur de 1 mètre, d'une oolithe friable, très-argileuse, jaunâtre, qui renferme de nombreux fossiles bien conservés (*Astarte*, *Venus*, *Arca*, etc.) Cette oolithe est rougeâtre à sa partie supérieure; elle est surmontée d'argile noirâtre et de grès (assise G).

Si quelques fossiles, tels que le *Mytilus subpectinatus*, l'*Ostrea nana*, le *Cidaris florigemma* rattachent encore l'assise F aux assises A, B, C (et même à l'Oxford-clay), elle se sépare cependant de ces assises par l'ensemble de sa faune et par la nature oolithique de la plupart de ses couches.

Je considère l'assise F comme correspondant à la partie inférieure du Kimmeridge-clay du Havre et au kimméridien inférieur de la Haute-Marne. L'oolithe a exclu les *Ostrea deltoïda* qui caractérisent ce niveau au Havre, mais a permis le développement d'une partie de la faune de cette localité (*Pholadomya Protei*, *Trigonia papillata*, etc.). Les mêmes variétés de *Terebratula subsella* et de Rhynchonelles, le *Pygurus Royerianus*, la *Pholadomya Protei*, etc., rapprochent cette oolithe du kimméridien inférieur de la Haute-Marne. L'*Hemicidaris Gresslyi*, l'*Echinobrissus major*, etc., sont cités dans le Jura Graylois à un niveau équivalent.

G. — Grès à *Pygurus Royerianus* ou de Wirvigne.

L'oolithe (assise F) est recouverte dans tout le bas Boulonnais, sur une épaisseur qui varie de quelques centimètres à 6 mètres, d'argiles grisâtres ou de sables jaunâtres, avec intercalation

d'un grès glauconieux gris verdâtre, très-riche en échinides, et que j'ai signalé en 1865 sous le nom de *grès de Wirvigne* (1).

Sur le versant du mont Lambert, à Épitre, et ailleurs, l'assise G se compose de bas en haut de :

2 mètres environ d'argiles grisâtres ;

0^m,40 à 70 de grès glauconieux calcaireux, bleuâtre ou jaunâtre, très-dur, formant tantôt un banc, tantôt deux, avec nombreux échinides et petites *Ostrea virgula* ;

mètre à 1^m,50 d'argiles comme les précédentes, avec rares *Ostrea virgula* de petite taille, quelques *Ostrea spiralis*, radioles et fragments de test du *Cidaris baculifera*, Ag.

Ces argiles sont surmontées des calcaires que j'ai désignés, dans des communications précédentes, sous le nom de *calcaires de Bréquerèque* (2).

Sur le chemin de Conteville à Hautembert, l'oolithe à grains fins, jaunâtre et dure, remplie de *Chemnitzia* et de Nérinées, qui termine l'assise F, est durcie à sa surface, corrodée, couverte de petites Huitres et de radioles de *Cidaris baculifera*, et percée de trous. Ces trous et les inégalités de la surface de la roche sont remplis de grès glauconieux verdâtre. L'oolithe formait sans doute sur ce point une sorte de récif qui n'a reçu que quelques sédiments de l'assise G. La terre végétale éboulée sur le talus cache peut-être quelques plaquettes de grès ; cependant, les calcaires de Bréquerèque bien développés paraissent reposer presque directement sur l'oolithe.

L'assise G que nous venons de voir composée d'argiles et de grès, ou réduite, pour ainsi dire, à quelques parcelles de grès, est très-développée à Wirvigne, à Questrèque et à Carly. Dans cette partie de la contrée, les grès augmentent d'épaisseur et sont entremêlés de sables. On les exploite dans de nombreuses petites carrières qui donnent, de haut en bas, la coupe suivante :

Calcaires de Bréquerèque (les premiers bancs ou *petits bancs* des carrières).
Argile grisâtre passant inférieurement à de l'argile sableuse (1 mètre ou moins, suivant l'épaisseur du grès sous-jacent).

Grès glauconieux, verdâtre ou bleuâtre, se délitant à la surface en plaquettes jaunâtres couvertes de fossiles ; quelques galets noirs ; épaisseur variable (de 0^m,50 à 1 mètre).

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXIII, 1865. — *Ibid.*, t. XXIV, 1867.

(2) *Ibid.*

Sable blanchâtre ou jaunâtre (1 mètre environ).

Grès comme ci-dessus, mais plus dur, plus compacte, plus bleuâtre et moins fossilifère (0^m,60).

Au-dessous, d'après les carriers, il y aurait encore une certaine épaisseur de sable et de grès avant d'arriver à l'oolithe. On peut évaluer dans ces localités, l'épaisseur de l'assise à 6 mètres.

J'ai recueilli à Wirvigne, à Questréque et à Carly, de nombreux fossiles parmi lesquels je citerai : *Ammonites* (2 espèces); *Natica*, c. (plusieurs espèces); *Cerithium*, r.; *Nerinea*, c.; *Trigonia* (3 espèces); *Pecten* (plusieurs espèces); *Lima* (plusieurs espèces, dont une de grande taille rappelle la *Lima proboscidea*); *Arca*, c.; *Avicula*, c.; *Gervillia* (voisine de la *G. kimmeridensis*), c.; *Mytilus subpectinatus*, c.; *Corbula*, *Astarte*, *Lucina*, *Anomya*, *Ostrea virgula*, r.; *Ostrea spiralis*, c.; *Terebratula subsella*, c.; *Cidaris florigemma* (de rares radioles); *Stomechinus semiplacenta*, Des. c.; *Pseudodiadema mamillanum*, Des. r.; *Pygurus Royerianus*, Cott.

Plusieurs de ces fossiles caractérisent le kimmeridien inférieur du Havre et de la Haute-Marne.

Un certain nombre d'espèces communes relie l'assise G à l'assise F sous-jacente.

Les petites oscillations qui ont occasionné tantôt l'émersion de telle ou telle partie de la contrée, (par conséquent des lacunes dans la sédimentation), tantôt seulement des accumulations inégales de dépôts, n'ont pas empêché les faunules de se relier entre elles, plus ou moins, sur les points où elles se succédaient régulièrement. Cet ensemble d'assises paraît donc, tout d'abord, ne pas comporter de division bien définie. Cependant on peut grouper, d'une part, les assises A, B, C, D, E, et, d'autre part, les assises F et G.

L'assise A ne saurait être rattachée à l'oxfordien supérieur. Malgré l'analogie des sédiments, sa faune diffère de celle du calcaire oxfordien à *Opis*. Si ces deux faunes ont quelques espèces communes, s'il n'est pas possible d'établir là une coupure de premier ordre, la limite entre l'Oxford-clay et la zone à *Cidaris florigemma* est pourtant nette dans le Boulonnais, comme dans le reste du bassin de Paris.

Les assises A, B, C doivent être réunies. Elles forment, en effet, un même ensemble de calcaires blanchâtres alternant avec

des argiles grisâtres ou noirâtres, et, si la faune de l'assise A est tout autre que celle de l'assise C, la liaison se fait dans l'assise B, qui a beaucoup d'espèces communes avec l'une et l'autre.

Certaines affinités me portent à rattacher l'assise D aux assises sous-jacentes, bien qu'elle repose tantôt sur l'une tantôt sur l'autre, et malgré la ressemblance de l'Huitre qui la caractérise avec l'*Ostrea deltoidea*.

La petite assise E est pour ainsi dire indivise, et peut tout aussi bien être rattachée à l'assise F qu'à l'assise D; j'incline cependant pour sa réunion à cette dernière.

Dans l'assise F nous trouvons une faune réellement kimmérienne, tout autre que celle des assises A, B, C, présentant cependant encore quelques-unes de ces espèces à long terme qui traversent plusieurs étages.

Bien que l'une soit formée d'oolithe et l'autre en grande partie de sédiments sableux, les assises F et G ont assez d'espèces communes pour qu'on puisse les grouper.

L'assise G se sépare nettement des calcaires de Bréquerêque à *Pholadomya hortulana*.

Ces deux groupes de couches seront donc ainsi formulés :

Étage corallien	}	A Calcaire à <i>Cidaris florigemma</i> et à polypiers.
		B Calcaire à <i>Terebratula insignis</i> .
		C Calcaire à Céromyces.
		D Argiles à <i>Ostrea subdeltoidea</i> .
		E Calcaires roussâtres à <i>Trigonia Bronnii</i> .
Étage kimmérien inférieur. (Séquanien ou astartien).	}	F Oolithe à Nérinées et à <i>Terebratula humeralis</i> .
		G Grès à <i>Pygurus Royerianus</i> .

Le corallien, en supposant ses assises superposées, comme elles le sont au mont des Boucards, a 20 ou 25 mètres d'épaisseur, au lieu des 150 ou 200 mètres qu'ont, dans la Meuse et dans la Haute-Marne, les couches équivalentes. Nous avons vu que cet étage se compose, dans une partie du Boulonnais, des assises A, D, E et dans une autre partie de la contrée des assises B, C, D, E.

Le kimmérien inférieur ou séquanien a 15 mètres environ d'épaisseur. Dans les environs de Dôle, le séquanien aurait, d'après M. Jourdy, 70 mètres (1). Cet étage paraît être plus

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e série, t. XXIII, p. 155 et suivantes.

développé encore sur d'autres points du Jura, mais il est probable qu'on lui attribue des couches qui appartiennent au corallien. Le groupe de Besançon, ou séquanien de M. Marcou, n'a que 35 mètres (1).

Dans une communication précédente (2), j'ai déjà retiré l'oolithe à Nérinées et le grès à *Pygurus Royerianus* du corallien auquel on les attribuait jusqu'alors ; je les ai placés dans l'étage séquanien et j'acceptais la classification adoptée provisoirement par M. de Loriol, comme cadre de ses monographies jurassiques, classification qui prévoit le partage du corallien, entre l'oxfordien et le séquanien (3) ; mais les observations consignées dans cette note m'ont amené à rétablir le corallien, et son indépendance me paraît être, dans le Boulonnais, aussi bien, sinon mieux accusée, que celle du portlandien et du kimmérien supérieur (virgulien), étages plus étroitement reliés que je ne l'avais cru d'abord (4).

L'étage corallien du Boulonnais comprend des assises synchroniques du *corallien compacte* de la Haute-Marne et de l'Yonne, que quelques auteurs placent dans le kimmérien inférieur ou séquanien, parce qu'il renferme des fossiles considérés comme kimmériens. Quelques-uns de ces fossiles se trouvent aussi dans le *corallien compacte* du Boulonnais ; mais ils ne montent pas, comme ailleurs, dans des couches plus élevées, et, si l'on arrive à démontrer que ce sont bien réellement des fossiles kimmériens, on pourra répondre qu'ils vivaient, à Boulogne comme dans d'autres contrées, avec des fossiles oxfordiens. Ces passages d'espèces prouveront seulement que l'étage corallien est relié à l'étage qui le précède et à celui qui le suit, comme le sont au surplus tous les étages jurassiques, dont les limites sont souvent mieux marquées dans nos classifications que dans la nature.

J'ai énuméré dans le tableau ci-joint les diverses assises que je distingue dans le Boulonnais, au-dessus de l'étage bathonien,

(1) *Lettres sur le Jura*, p. 41.

(2) *Mém. Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève*, t. XIX (*Monographie du portlandien du Boulonnais*), et *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e série, t. XXIV, p. 181.

(3) *Ibid.*

(4) J'ai pu constater récemment que quelques couches argi o-calcaires du kimmérien supérieur (virgulien) sont remplies de fossiles que je croyais spéciaux aux argiles du portlandien moyen.

Étage Portlandien supérieur.	10 mètres.	Calcaire concrétionné; couches à Cypris et à Cyrona.	Cypris, Astarte socialis.	Purbeck-beds d'Angleterre (190 pieds).	Portlandien supérieur du Bray.	
		Sables et grès calcaireux à Cardium dissimile et à Serpula coarctata.	Serpula coarctata, Cerithium Manselli, Cardium dissimile, Trigonina variegata, etc.			Portland stone (90 pieds).
		Sables et grès calcaireux à Natica Geres.	Natica Geres, N. elegans, Trigonina gibbosa, T. incurva, etc.			
Étage Portlandien moyen.	25 à 30 mètres.	Calcaires glauconieux à Astarte Sœmanni.	Astarte Sœmanni, Acrosalenia Kœnigii, etc.	Portlandien moyen de Hartwell (Angleterre) à Cardium morinicum, Perna Bouchardi, etc.	Portlandien sup. (Oolithe vacuaire échant vers sup.) (Haute-Marne) 30 m.	
		Argiles glauconieuses supérieures.	Ostrea expansa, Perna Bouchardi, Belemnites Souichii, etc.			
		Calcaire à Lima boloniensis.	Lima boloniensis, Avicula Octavia, Ostrea dubiensis, etc.			
		Argiles glauconieuses moyennes.	Ammonites bplex, Cardium morinicum, etc.			
Étage Portlandien inférieur.	15 à 20 mètres.	Sables et grès à Pterocera Oceani et à Hemcidaris purbeckensis.	Pterocera Oceani, Cyprina Brongniarti, Hemcidaris purbeckensis.	Angleterre? Portlandien inférieur calcaire-sableux du Bray	Portlandien moyen (Haute-Marne) 50 mètres (Natica Marcousana) (faune de Terlincthun Portlandien infér. (Haute-Marne) 150 mètres. (Ammonites gigas, Tr. Pellati).	
		Sables à Perna rugosa ou calcaires argileux à Perna rugosa.	Natica Marcousana, Neritoma sinuosa, Trigonina boloniensis, T. barrensis, etc. (Fanno de Terlincthun).			
		Poudingue à Trigonina Pellati. Grès à Trigonina Micheloti.	Mytilus Morrisii, Trigonina Micheloti, T. Pellati, Corbula autissiodorensis, etc.			
		Sables et grès à Ammonites gigas.	Ammonites gigas.			
Étage kimméridien supérieur.	70 à 80 mètres.	Argiles supérieures à Ostrea virgula. (Argiles schisteuses noires, lamachelles à Ostrea virgula calcaires, grès, etc., etc.)	Ammonites mutabilis, Thracia suprajurensis, Pholadomya acuticostata, Gervillia kimmeridiensis, Pinna granulata, Ostrea virgula, Ostrea spiralis, Pygaster macrocyphus. (Vers le milieu du massif, couches avec faune portlandienne.)	Argiles à Gryphées virgules — Virgulien — Étage kimméridien supérieur. (Haute-Marne, etc., etc., etc.)		
		Sables et grès à Ostrea virgula.	Lit de Trigonina variegata.			
		Argiles moyennes à Ostrea virgula. (Banc dit du Moulin Hubert. Bancs à chaux et à ciment. Banc à Trigonina Rigauxiana, etc., etc.)	Ammonites longispinus, Trigonina Rigauxiana, Pholadomya acuticostata, Ostrea virgula (type), Terebratula subsella, etc., etc.			
		Sables et grès à Ostrea virgula.				
Étage kimméridien inférieur.	15 mètres.	Grès à Pygurus Royerianus ou de Wirvigne. (Argiles, — sables, — grès).	Pygurus Royerianus, Pseudodiadema mamillanum, Terebratula subsella, Ostrea virgula, (de petite taille), etc.	Kimméridge-clay inférieur du Havre (argiles et calcaires à Trigonina papillata et à Ostrea deltoidea.)	Kimméridien inférieur de la Haute-Marne à Pygurus Royerianus et à Terebratula humeralis. — Séquanien ou Astartien (partie du Jura, etc., etc., etc.)	
		Oolithe à Nérinées et à Terebratula humeralis. (Oolithes fines et grossières; Oolithes désagrégées; calcaires compactes.)	Nerinea Gosæ, N. Goodhallii, Pholadomya Protei, P. hortulana, Trigonina papillata, Terebratula humeralis, T. subsella, Holeclyptus corallinus, Pygurus Royerianus, Pinnigena Saussurii, etc.			
Étage corallien supérieur.	8 à 10 mètres.	Calcaire roux à Trigonina Bronnii (Argiles, — calcaires, — sables, — grès).	Trigonina Bronnii, petites Astartes, etc.	Sables à Trigonina Bronnii de Glos (35 ou 40 mètres). Oolithe corallienne sup. (Yonne, II.-Marne.)		
		Argiles à Ostrea subdeltoidea (argiles du mont des Boucards.)	Ostrea subdeltoidea. — Belemnites.			
Étage corallien moyen	10 à 12 mètres.	Calcaires à Cœromyces (alternances d'argiles et de calcaires). (Calcaires du mont des Boucards).	Pholadomya paucicosta, Cœromyces, etc.	Calcaires coralliens compactes de la Haute-Marne et de l'Yonne. (70 à 80 mètres, Yonne).		
		Calcaires à Terebratula insignis (alternances d'argiles et de calcaires). (Calcaires du mont des Boucards).	Phasianella striata, Mytilus subpectinatus, Terebratula insignis, Pedina sublaevis, etc.			
Étage corallien inférieur.	3 mètres.	Calcaire à Polypiers et à Cidaris florigemma.	Polypiers nombreux. — Cidaris florigemma, Pecten subarticulatus, Stomechinus lineatus, Rhynchonella inconstans.	Oolithe corallienne inférieure et calcaires à Cidaris florigemma (Glypticien). (Yonne et IIe-Marne; 100 mètres et plus.) etc., etc., etc.		
Étage oxfordien supérieur.	12 mètres.	Argiles à Ostrea dilatata (var. major) et calcaire à Opis.	Ostrea dilatata (var. major), O. gregaria, etc. Chemnitzia heddingtonensis, Cerithium russiense, Opis, Nérinées, Collyrites bicordata, etc.	Oxfordien supérieur de Trouville (25 mètres). Argovien (Jura). Pholadomyen.		
Étage oxfordien moyen.	15 mètres.	Argiles à Millericrinus echinatus	Nombreuses tiges de Grinoides.	Oxfordien moyen des côtes du Calvados (110 mètres). Zone à Pecten Orontes et à Millericrinus et zone à petites Ammonites ferugineuses (bourgogne), etc., etc.		
		Argiles à petites Ammonites pyriteuses.	Ammonites Lamberti, A. crenatus, Terebratula impressa, Ostrea dilatata (var. minor).			
Étage oxfordien inférieur.	3 mètres.	Oolithe ferrugineuse à Ammonites modiolaris et à Terebratula umbonella (argiles ferrugineuses).	Ammonites modiolaris, A. calloviensis, Panopaea peregrina, Avicula benambrosius, etc.	Oxfordien inférieur. Callovien ferrugineux; Callovien sableux et Callovien argileux de la Saône, etc., etc.		

et qui paraissent pouvoir être réunies dans une même division du terrain jurassique : le *terrain jurassique supérieur*. Je cite quelques équivalents; j'indique également la classification que je crois, d'après de nouvelles observations, le mieux appropriée au Boulonnais, comme au reste du bassin de Paris. Toutes ces assises réunies donnent 220 mètres environ de sédiments. Elles ont pour la plupart une épaisseur bien faible relativement à celle qu'atteignent quelquefois les dépôts synchroniques; mais elles renferment des faunules variées et l'on peut dire que le terrain jurassique supérieur est plus complet dans le Boulonnais que partout ailleurs. J'ai fait remarquer précédemment que le portlandien inférieur, dont l'épaisseur, à Boulogne, ne dépasse pas 20 mètres, a 200 mètres environ dans la Meuse et dans la Haute-Marne, mais que, par contre, le portlandien moyen manque dans ces deux contrées.

M. Triger dit qu'il a reconnu sur les lieux l'exactitude des coupes des tranchées du chemin de fer de Boulogne à Calais, relevées par les soins de M. Michelot. Il ajoute qu'il n'a pas eu l'occasion d'étudier les localités dont vient de parler M. Pellat, mais que le niveau de l'*Ostrea deltoidea* dans le Boulonnais lui paraît correspondre exactement au niveau de la même Huître au Havre, dans la Sarthe et ailleurs. Cette Huître caractérise, suivant lui, les assises inférieures du calcaire à Astartes qui forme le premier terme de la série kimmérienne.

M. de Lapparent croit que la couche à *Ostrea deltoidea* du Boulonnais serait plus convenablement rattachée à l'étage séquanien qu'à l'étage corallien. Dans l'est de la France, l'*Ostrea deltoidea* occupe un niveau tout à fait semblable. MM. Sauvage et Buvignier l'ont rangée dans la partie inférieure de leur calcaire à Astartes, dont l'assise supérieure est caractérisée par les Ptérocères et les Trigonies; ces deux savants auteurs font d'ailleurs rentrer le calcaire à Astartes dans le grand étage kimmérien.

Les choses ne se passent pas autrement à la Hève, où les marnes à Ptérocères recouvrent directement les couches à *Ostrea deltoidea*, qui paraissent constituer la partie la plus inférieure de l'étage kimmérien, car, ainsi que l'a démontré M. Lennier, c'est au-dessus des marnes à Ptérocères, en allant

vers Bléville et Octeville, qu'on rencontre les véritables argiles à Gryphées virgules, correspondant au virgulien des géologues de l'Est.

Il paraît donc naturel d'assimiler les couches à *Ostrea deltoidea* et à Ptérocoères du kimméridien du Havre aux couches analogues des Ardennes et de les rattacher, avec ces dernières, au sous-groupe séquanien ou du calcaire à Astartes, lequel ne serait autre chose que la division inférieure du grand étage de Kimmeridge. Et alors la position de l'*Ostrea deltoidea* du Boulonnais, à la base de l'oolithe séquanienne à *Terebratula humeralis*, s'expliquerait sans difficulté. Au contraire, la présence, dans l'étage corallien, d'une Huitre, même seulement très-voisine de l'*O. deltoidea*, serait un fait entièrement nouveau, et qui romprait la continuité entre la série kimméridienne de l'ouest et celle de l'est du bassin parisien.

M. Pellat rappelle qu'il existe dans l'oxfordien de l'Est une huitre deltoïde. La présence d'une Huitre analogue ou même de la vraie *Ostrea deltoidea* dans des argiles du corallien supérieur n'a donc rien de surprenant. Les argiles qu'il attribue au corallien sont surmontées d'une couche caractérisée par la *Trigonia Bronnii* et qui lui paraît correspondre aux sables de Glos (rapportés au corallien). C'est au-dessus de cette couche, dans l'oolithe à Nérinées, qu'il trouve la faune des couches inférieures du cap la Hève. M. Pellat ajoute qu'il considère, au surplus, dans le Boulonnais, comme très-artificielle, la limite entre le corallien supérieur et le kimméridien inférieur (calcaire à Astartes).

M. Hébert exprime l'opinion que l'Huitre deltoïde du Boulonnais est aussi voisine de l'*Ostrea unciiformis* de l'oxfordien de l'Est que de l'*Ostrea deltoidea* proprement dite, et que par conséquent elle ne saurait rien prouver de certain quant au niveau où on la rencontre. En outre, ajoute M. Hébert, l'*O. deltoidea* du cap de la Hève est séparée de la base du kimméridien par 60 mètres d'argiles qu'on voit affleurer au-dessus du coral-rag d'Hennequeville et à la base desquelles on retrouve une autre *O. deltoidea* plus arrondie et qui, suivant lui, serait l'espèce reconnue par MM. Sauvage et Buignier à la base de leur calcaire à Astartes.

En résumé, M. Hébert ne voit pas d'objection à placer

dans le corallien supérieur les argiles à Huîtres deltoïdes du Boulonnais.

Le Secrétaire lit les deux notes suivantes de M. Lory :

Sur la structure des Alpes occidentales; observations sur diverses notes de M. Ébray; par M. Ch. Lory.

La livraison du *Bulletin* publiée en juillet dernier renferme une note de M. Ébray relative aux Alpes du Dauphiné et de la Savoie (1), dans laquelle se trouvent reproduites et développées diverses conclusions que l'auteur avait déjà, en partie, présentées dans des notes précédentes (2). La conformité et même la connexion que M. Ébray semble vouloir établir entre ses recherches et les miennes m'obligent à dire que je suis très-loin d'être d'accord avec lui sur les faits dont il traite, et que, en particulier, je n'ai jamais admis et n'admets point encore aujourd'hui la réalité de cette grande faille occidentale des Alpes dauphinoises, qui, suivant lui, régnerait constamment entre le massif des terrains anciens de la chaîne de Bellodonne, et la zone de terrains jurassiques appliquée sur le versant occidental de cette chaîne. C'est d'ailleurs la seule faille que M. Ébray ait signalée, dans les Alpes, après tous les grands accidents de ce genre que j'ai décrits et figurés, et sur l'importance desquels j'ai insisté, dans toutes les parties des Alpes dauphinoises (1); après ma note sur Petit-Cœur (2), où j'ai fait connaître la grande faille passant par Saint-Jean-de-Maurienne et le versant oriental du mont Blanc, jusqu'en Valais, et la seule dont il ait parlé avant la publication du mémoire accompagnant la *Carte géologique de la Maurienne et de la Tarantaise*, par M. Vallet et moi (3), où nous avons établi le rôle fondamental des grandes failles dans la structure des chaînes alpines, depuis le mont Blanc

(1) *Bull.*, 2^e série, t. XXIV, p. 401.

(2) *Bull.*, t. XXIII, p. 172 et t. XXIV, p. 172.

(3) Voir mes *Coupes géologiques des montagnes de la Grande-Chartreuse*, *Bull.*, 2^e série, t. IX, 1852; *Coupes relatives à la Réunion extraordinaire en Savoie*, t. XVIII, pl. XV et XV bis, 1861; *Coupes géologiques du Briançonnais*, *Bull.*, t. XX, 1863; et presque toutes les coupes figurées dans les 3 planches de ma *Description géologique du Dauphiné*, 1860-1864.

(4) *Bull.*, t. XXII, p. 48.

(5) *Bull.*, t. XXIII, p. 480.

jusqu'au mont Viso, sans y faire figurer la faille décrite par M. Ébray. Cela étant, il m'est difficile de comprendre comment M. Ébray peut dire que, dans ce dernier mémoire, j'ai *publié la suite du travail dont il avait commencé la publication* (1), et comment il peut donner à entendre qu'il a été le premier à apprécier l'importance des grandes lignes de failles dans la structure des Alpes.

L'idée de cette *faille occidentale*, à laquelle M. Ébray attache une si grande importance, paraît lui avoir été suggérée par une vue lointaine des Alpes, du haut de la chaîne du Beaujolais (2). Il s'est refusé à croire ce que j'avais dit, après bien d'autres géologues, pour la chaîne de Belledonne et ses annexes, que « les couches du lias, inclinées et souvent très-contournées, se redressent toujours fortement sur les flancs des massifs cristallins » ; et, venant à l'examen des lieux, il a cru reconnaître que, *le plus souvent*, les couches jurassiques butent horizontalement ou même s'affaissent vers la chaîne principale ; que la jonction n'est pas celle qui résulte d'une véritable superposition, même discordante, mais bien une juxtaposition résultant d'une rupture.

Les seules localités décrites par M. Ébray pour établir l'existence de cette faille sont Aiguebelle (Savoie) et Allevard (Isère).

Pour cette dernière localité, la rectification de la coupe donnée par M. Ébray est toute faite depuis longtemps ; elle est dans les coupes décrites et figurées par M. Gueymard (3) et par M. Sc. Gras (4), reproduites par moi avec continuation jusqu'au sommet du Grand - Charnier (5). M. Gueymard et M. Gras ont indiqué la cause d'erreur contre laquelle M. Ébray me paraît ne pas s'être tenu en garde et qui a pu lui faire croire que les calcaires schisteux du lias venaient buter par leurs tranches contre les terrains anciens. Cette cause d'erreur résulte du *feuilletage* de ces calcaires qui donne lieu à des divisions souvent plus apparentes que les vrais joints de stratification. Si M. Ébray avait tenu compte de l'existence des *gypses*, décrits par tous les géologues précédents, entre les calcaires du *lias*

(1) *Bull.*, t. XXIV, p. 401.

(2) *Bull.*, t. XXIII, p. 172 et suivantes.

(3) *Bull.*, 1^{re} série, t. XI, p. 424 ; et *Statistique de l'Isère*, p. 226.

(4) *Ann. des Mines*, t. XVI, 1839.

(5) *Description géol. du Dauphiné*, pl. 1.

et les grès bigarrés, que M. Fournet a rapportés le premier au trias (1), il aurait sans doute hésité à déclarer ceux-ci *probablement permien*, et il n'aurait pas figuré les calcaires du lias comme butant, presque à angle droit, contre ces grès, sur toute la hauteur de la coupe. Pour rétablir les faits, il suffira de donner ici un profil détaillé de la gorge d'Allevard, croquis pris sur les lieux, avec les inclinaisons *réelles* des divers terrains.

Ce profil met en évidence la disposition et les rapports mutuels des groupes suivants :

L, calcaires argileux noirs, plus ou moins feuilletés et fissiles, dans un sens tout différent de leur véritable stratification. Leurs couches, en effet, plongent constamment à l'aval, vers l'O. N. O., et se redressent avec une inclinaison croissante, du côté de la chaîne alpine ; mais les surfaces de clivage sont inclinées en sens inverse, presque perpendiculairement aux joints de stratification, ou, plus exactement, formant avec eux un angle un peu aigu du côté de l'ouest. Sur la rive gauche, au point *a*, on trouve, dans ces calcaires, beaucoup de Bélemnites et des Ammonites déformées, devenues fortement elliptiques, qui paraissent pouvoir être rapportées à des espèces du lias moyen : *Belemnites niger*, List. (?) ; *Ammonites Valdani*, d'Orb. (?). Ces fossiles sont souvent coupés par les plans de feuilletage. Ces plans simulent une fausse stratification, qui, de près, est plus apparente que la stratification véritable, surtout dans les assises inférieures de ce groupe L ; on pourrait croire, au premier abord, que ces assises sont peu inclinées, plongeant vers l'E. S. E., tandis que, en réalité, elles sont très-fortement redressées et dirigées N. 25° à 28° E. Toute espèce de doute cessera, lorsque l'on continuera à suivre la coupe le long du chemin qui s'élève sur la rive droite du Bréda, en face des hauts-fourneaux. On trouve alors :

L', assise peu épaisse de calcaires argileux *noduleux*, en bancs minces ; le prolongement de cette même assise se voit dans une position toute semblable, sur le nouveau chemin montant d'Allevard aux mines de la Tailla, et j'y ai trouvé une portion d'empreinte d'Ammonite (*A. Boucaultianus*, d'Orb. ?) ; cette assise représente, peut-être, le lias inférieur (*sinémurien*) ;

K, calcaires noirs, compactes ou sublamellaires, en couches minces, très-nettes, ondulées, presque verticales, dirigées

(1) *Bull.*, 2^e série, t. VII, p. 548.

N. 25° E. ; une de ces couches, située vers le milieu du paquet, montre dans sa cassure des moules de petites coquilles bivalves; elle rappelle parfaitement, par son aspect, comme par sa position, la lumachelle à *Avicula contorta*, telle qu'on la voit à Champ, près Vizille, (1) et il me paraît très-probable que l'on y pourra trouver des fossiles déterminables, caractérisant cet horizon de l'*infra-lias*.

Quoi qu'il en soit, ces dernières couches calcaires, dans lesquelles les clivages du groupe supérieur L ne se prolongent pas, et dont la stratification est parfaitement claire, s'appuient immédiatement sur les roches caractéristiques du *trias* :

D, dolomies, passées presque entièrement à l'état de *cargneules* ;

G, gypse, exploité autrefois sur la rive droite, dans une carrière souterraine, aujourd'hui éboulée ; il est encore exploité sur la rive gauche, où sa stratification est très-nette, dirigée N. 35° E. et inclinée de 45°. Ce gypse est enclavé dans des schistes argileux bariolés, reposant sur

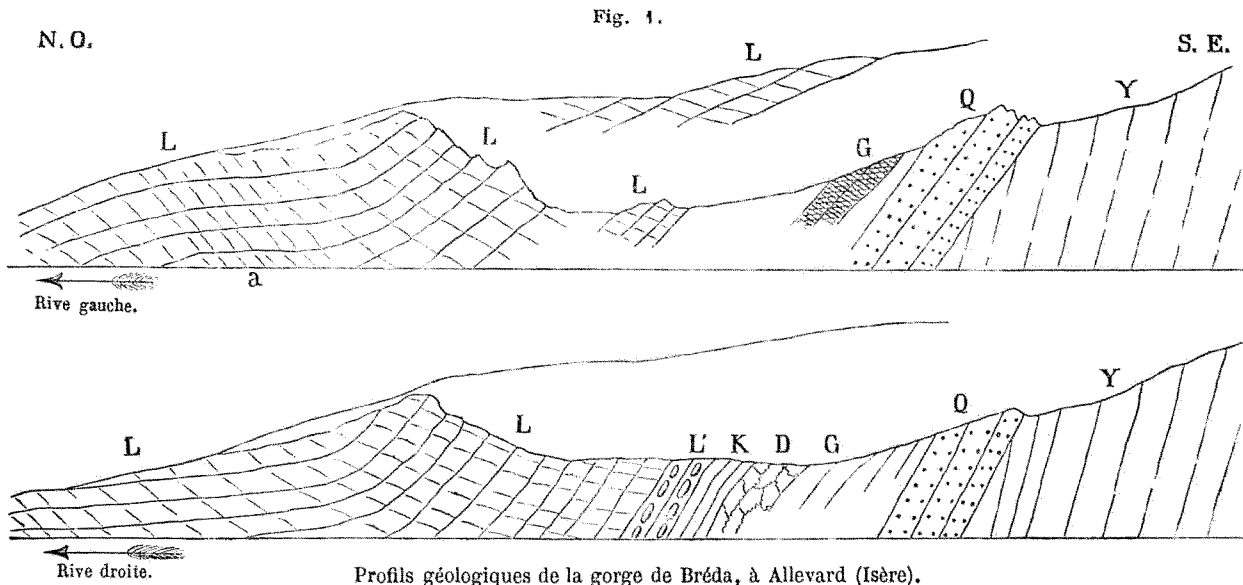
Q, grès quartzeux, bigarrés, en gros bancs alternant avec des grès schisteux micacés. Ces grès sont notablement plus inclinés que les gypses et que l'ensemble des couches du *lias* ; mais il est évident que cela tient à un *écrasement* local de l'assise gypseuse, et qu'il n'y a là ni *discordance de stratification*, ni *faille* proprement dite ; dans le haut des coteaux, l'écrasement du gypse est complet, et les calcaires du *lias* touchent aux grès, ou n'en sont séparés que par une zone étroite de *cargneule*.

Les grès Q s'appuient enfin sur les schistes Y, dits *schistes talqueux*, à cause de leur aspect onctueux, mais qui, d'après les analyses que j'en ai faites, ne doivent pas contenir de *talc* proprement dit (2). Ces schistes Y sont presque verticaux, plongeant cependant encore sensiblement vers l'O., et leur direction oscille entre N. et N. 10° E. La superposition des grès à ces schistes est donc évidemment *discordante*, et ce n'est pas par le fait d'une *faille*, car elle se présente partout de la même manière, sur les deux versants et jusque sur les sommets de la chaîne, comme je l'ai montré depuis longtemps (3) et comme nous en retrouverons plus loin d'autres exemples.

(1) *Bull.*, 2^e série, t. XIX, p. 720.

(2) *Bull. de la Soc. de Statist. de l'Isère*, 2^e série, t. I, p. 242, 1851.

(3) *Description géol. du Dauphiné*, § 47.



N. O.

S. E.

Rive gauche.

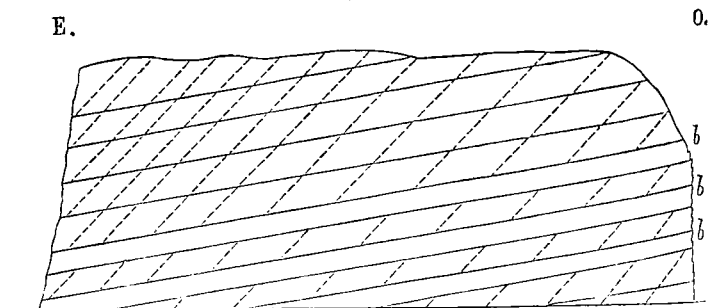
Rive droite.

NOTE DE M. LORY.

219

On voit que toute cette succession des terrains d'Allevard est parfaitement régulière et *sans faille*. Il me paraît évident que M. Ébray a été trompé par le feuilletage oblique des calcaires du lias, fait général dans toute la zone comprise entre la chaîne de Belledonne et la vallée de l'Isère. Les choses se présentent de même, un peu plus au nord, dans les gorges qui débouchent au-dessus du hameau du Buisson, et dans la gorge du Bens, de Saint-Hugon à Arvillard. Quand on traverse la zone liasique, en suivant la route d'Allevard à Goncelin, ou celle d'Allevard à Pontcharra, on voit que, à une certaine distance de la grande chaîne, le lias se relève vers l'ouest, et qu'il finit, en général, après quelques ondulations, par plonger fortement sous la vallée de l'Isère (1). Mais il est nécessaire de se tenir toujours en garde contre les apparences de fausse stratification résultant du feuilletage. C'est ainsi que, près du sommet de la route de Pontcharra, entre le Moularet et les Bretonnières, on trouve une tranchée qui présente l'aspect ci-dessous.

Fig. 2.



Si l'on s'en rapportait aux indices les plus apparents, on serait tenté de prendre pour sens de la stratification celui des feuilletés, inclinés de 45° environ; mais un examen un peu plus attentif fait reconnaître quelques petits bancs plus compactes, *b*, qui ne sont pas traversés par ces plans de clivage et qui marquent évidemment la vraie stratification, inclinée, en ce point, de 10 à 12° seulement.

Au sud de la gorge d'Allevard, la succession régulière des terrains, *sans faille*, se montre de même sur le nouveau chemin

(1) *Bull.*, 2^e série, t. XVIII, pl. I, fig. 1.

des mines de la Tailla. Depuis là, jusqu'à Vizille, le versant de la chaîne est toujours recouvert d'une grande épaisseur de dépôts glaciaires ou d'éboulis, et on ne peut trouver aucune coupe convenable de la série des terrains. Ce qui est certain, toutefois, c'est que les lambeaux de grès à anthracite de Theys, de Laval, de Sainte-Agnès, de Vaulnaveys, sont accolés en couches à peu près verticales aux schistes chloriteux ou *talqueux*; que les grès et les dolomies du *trias*, à Theys et jusqu'à Laval, sont appuyés dessus, plongeant à l'O. N. O., et que les calcaires du *lias*, quand on peut en voir des affleurements au contact ou assez près de ces terrains plus anciens, sont redressés fortement, comme eux, vers la grande chaîne; mais, plus loin, ils s'infléchissent et se replient en voûte, comme entre Allevard et Pontcharra ou Goncelin; ils peuvent même décrire plusieurs plis, comme cela a lieu entre Uriage et Eybens, et comme nous l'avons figuré pour le prolongement des mêmes couches au sud de la gorge de la Romanche, entre Vizille et Champ, où les gypses du *trias* percent suivant les axes de leurs plis déchirés (1).

Dans tout cela, nous ne pouvons reconnaître aucune trace de la faille indiquée par M. Ébray, entre la zone liasique et celle des terrains anciens de la chaîne de Belledonne.

Au sud de Vizille, comme le dit M. Ébray (2), les allures des couches paraissent se modifier. J'ai indiqué depuis longtemps (3) que la vallée de la Mure devait son origine à une *faille* dirigée à peu près nord-sud, et que les roches éruptives de la Valdens (diorites, euphotides et serpentines), comme les roches semblables de Chanrousse, au dessus d'Uriage, formaient un *djke* dans une autre *faille*, au sein du massif des terrains cristallins. M. Ébray ne cite pas ces déterminations antérieures de *failles*, dont ni l'une ni l'autre, du reste, ne serait le prolongement de sa faille d'Allevard; il ne donne aucune coupe, aucun détail stratigraphique précis; mais, préoccupé d'une idée théorique sur la liaison des sources minérales avec les failles, il suppose que la fracture qu'il croit avoir reconnue détermine l'apparition des sources sulfureuses d'Allevard et d'Uriage, et que son prolongement serait jalonné par les sources salines thermales

(1) *Bull.*, 2^e série, t. XVI, p. 820; et *Description géol. du Dauphiné*, pl. I, fig. 6.

(2) *Bull.*, t. XXIII, p. 176.

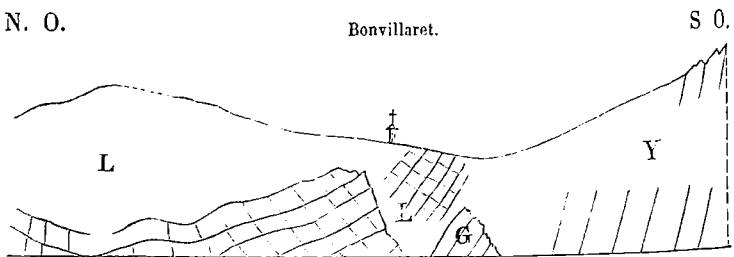
(3) *Descr. géol. du Dauphiné*, pl. I, fig. 4.

de la Motte et les petites sources sulfureuses ou acidules des environs de Mens. Cela me paraît sortir complètement du domaine de la géologie positive.

Reprenons maintenant la chaîne de Belledonne, aux environs d'Allevard, et voyons si, dans son prolongement nord, à travers la Savoie, la *faille* signalée par M. Ébray présente plus de réalité que dans le département de l'Isère.

M. Ébray la signale et en donne la coupe sur la rive droite de l'Arc, en aval d'Aiguebelle; c'est même la localité qu'il décrit tout d'abord (1), qu'il semble considérer comme la plus probante, et il en tire la dénomination de *faille d'Aiguebelle* (2).

Nous croyons que quiconque examinera cette localité, située sur le grand passage de France en Italie, sur le chemin de fer Victor-Emmanuel, aura de la peine à reconnaître, dans le croquis de notre savant confrère, une représentation exacte des faits. Ici, comme à Allevard, M. Ébray n'a tenu aucun compte des *gypses triasiques*, bien connus et exploités, un peu en aval d'Aiguebelle, et qui sont régulièrement intercalés entre les *schistes talqueux* et le *lias*. Il a été trompé sur le sens de la stratification de celui-ci, comme à Allevard, par le feuilletage, le clivage ardoisier. Le croquis ci-dessous indique la disposition exacte des terrains, moins facile, du reste, à étudier dans ses détails qu'à Allevard, à cause de la nappe de *boues glaciaires* et d'une végétation abondante qui en cachent une grande partie.



Aspect géologique des coteaux de la rive droite de l'Arc, en aval d'Aiguebelle, près de la rive gauche.

L. Lias plongeant au N. O., avec clivage ardoisier plongeant au S. E. — G Carrière de gypse. — Y Schistes cristallins.

(1) *Bull.*, t. XXIII, p. 174.

(2) *Bull.*, t. XXIV, p. 405.

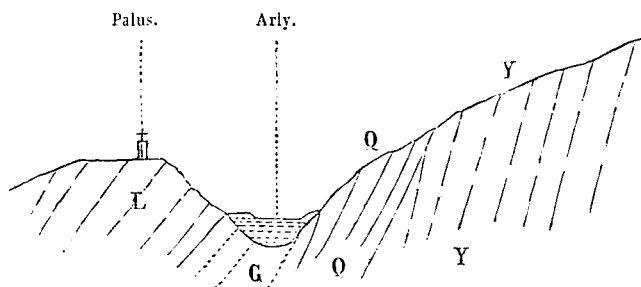
Ainsi, à Aiguebelle comme à Allevard, nous ne voyons aucune trace de *faille*. Continuons à suivre cette direction vers le nord, comme le fait M. Ébray, dans sa dernière note.

« En remontant la vallée de l'Isère, dit notre savant confrère, on voit constamment les schistes jurassiques buter contre les schistes anciens; de cette façon, le *trias* et le « terrain houiller disparaissent de la surface et sont rejetés « dans la profondeur, sur la lèvre affaissée..... »

Par le fait, il y a peu de localités où les coupes naturelles fassent plus complètement défaut que dans cette partie de la rive gauche de l'Isère comprise entre le confluent de l'Arc et Albertville. Mais ce que dit M. Ébray est en contradiction avec les affleurements connus du *grès à anthracite* à Bonvillard, du *gypse triasique*, à Grignon, et avec le beau développement de *grès bigarrés* triasiques qui, comme ceux d'Allevard, s'appuient, en discordance, sur les schistes cristallins sur la rive gauche de l'Arly, tout près d'Albertville.

Le croquis suivant représente la coupe de cette étroite vallée de l'Arly, où rien encore ne nous paraît indiquer l'existence d'une faille.

Fig. 4.



Coupe de la vallée de l'Arly, un peu en amont d'Albertville.

L Lias. — G Gypse et cargneule (visibles à Grignon) — Q Grès bigarrés.
Y Schistes cristallins.

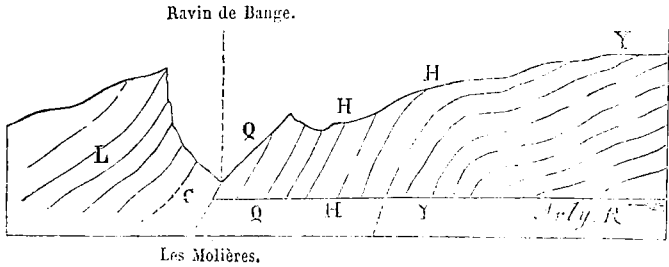
Il en est de même dans les gorges de l'Arly, à l'est d'Ugine, où la coupe est très-nette, mais nullement conforme à l'indication de M. Ébray (1).

Il en est de même plus loin, à Héry, à Flumet, à Mégève,

(1) *Bull.*, t. XXIX, p. 405.

localités bien connues et classiques, où le *lias* repose régulièrement, en couches presque horizontales, sur un *trias* toujours peu développé, souvent rudimentaire ; et celui-ci repose, en

Fig. 5.



Profil de la gorge de l'Arly.

L Lias. — C cargneule. — Q Grès triasiques, blancs ou bigarrés. — H Grès à anthracite. — Y Schistes cristallins.

stratification *évidemment discordante, sans faille*, sur le grès houiller ou sur les tranches des schistes cristallins (1). Les mêmes conditions de succession régulière, *sans faille*, sont mises en évidence par la carte et les coupes de M. Favre, sur tout le versant N. O. de la chaîne des Aiguilles-Rouges, jusqu'à Lavey, près de Saint-Maurice en Valais (2).

Ainsi, en Savoie comme en Dauphiné, nous ne voyons point les couches jurassiques buter en faille, comme le soutient M. Ébray, contre les schistes anciens de la première chaîne alpine ; nous voyons, au contraire, constamment le *lias* redressé sur le flanc de cette chaîne, avec le *trias*, ordinairement très-mince, qui, le plus souvent, le sépare des grès à anthracite et des schistes cristallins, plus anciennement bouleversés et dénudés. Nous ne saurions donc admettre, dans cette chaîne, entre la zone du *lias* et celle des terrains anciens, l'existence d'une fracture continue, comme M. Ébray paraît l'entendre, sous le nom de *faille occidentale des Alpes dauphinoises*.

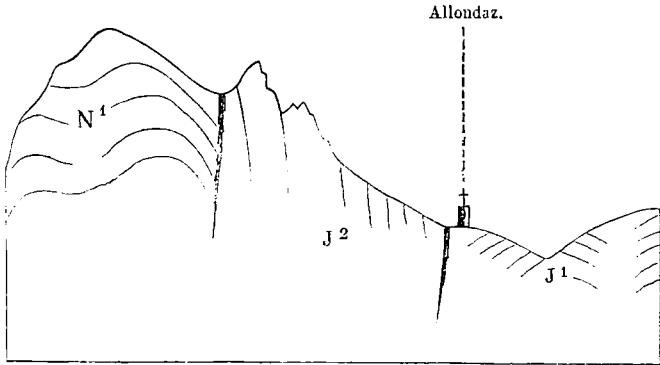
Mais, parallèlement à cette chaîne, un peu plus à l'ouest, j'ai

(1) Alph. Favre, *Mém. sur les terr. liasique et keupérien de la Savoie*, 1859, p. 63, fig. 15.

(2) *Ibid.*, pl. II et III, et texte correspondant.

dit que je croyais pouvoir établir l'existence d'une *faille* (1), qui sépare nettement la *région des chaînes alpines* d'avec celle des *chaînes subalpines* caractérisées par les terrains crétacés et comprenant les massifs de Thônes, des Bauges et de la Chartreuse. Cette faille se reconnaît, un peu au-dessus de la Giettaz, à Soney, près Ugine, à Allondaz et jusqu'à Grésy-sur-Isère, par les conditions anormales dans lesquelles se présente le contact du *lias*, ou du terrain jurassique inférieur de sa lèvre orientale, avec les calcaires oxfordiens de la lèvre occidentale.

Fig. 6.



Coupe au-dessus d'Allondaz.

N¹ Néocomien inférieur, formant la crête de la Belle-Étoile.

J² Oxfordien affaissé irrégulièrement dans la faille.

J¹ Jurassique inférieur et lias.

C'est dans cette faille que sont pincés et bizarrement froissés ces lambeaux de calcaires oxfordiens qui se dressent au-dessus d'Allondaz et au-dessus de Grésy, entre le coteau liasique, à l'est, et la crête néocomienne, à l'ouest.

Le prolongement de cette faille au sud de Grésy coïncide avec la grande vallée de l'Isère, ou vallée du Graisivaudan, jusqu'à Grenoble; tout porte à admettre que c'est par cette dislocation que l'on doit expliquer l'origine de cette vallée, comme aussi la séparation tranchée entre le lias de la rive gauche et les autres étages jurassiques de la rive droite. Suivant cette direction, et non suivant celle qu'indique M. Ébray, il y aurait réellement une *faille* d'une grande importance dans

(1) *Bull.*, t. XXIV, p. 598.

Soc. géol., 2^e série, tome XXV.

la structure de cette partie des Alpes, que j'appellerai la *faille du Graisivaudan*, et qui, depuis Grenoble jusqu'à la Giettaz, extrémité nord du département de la Savoie, sépare nettement la région des chaînes subalpines, caractérisée par les terrains *crétacés* et les calcaires *oxfordiens* dits de la *Porte-de-France*, d'avec la *région des chaînes alpines*, caractérisée par le *lias* et les terrains plus anciens. C'est encore un exemple de la relation intime qui existe, dans les Alpes, entre la distribution des divers terrains et la position des grandes lignes de dislocation, c'est-à-dire des grandes *failles*, et qui doit faire assigner à celles-ci une origine bien antérieure aux derniers mouvements, pendant la période de la *mollasse*, constituant ce que l'on a appelé particulièrement le *soulèvement des Alpes occidentales*.

Je me vois forcé de contredire encore quelques assertions de M. Ébray sur une autre ligne de *faille* qu'il a indiquée, plus récemment, à travers les Alpes de la Savoie et du Dauphiné. J'en dirai peu de chose, parce qu'elle est appuyée de moins de preuves encore que celle que nous venons de discuter.

Cette *faille*, selon M. Ébray, suivrait de près le versant oriental de la chaîne de Belledonne, en touchant à Petit-Cœur, et irait passer à l'ouest du mont Blanc, dans la vallée de Chamonix (1). Relativement à cette dernière vallée, que M. Ébray ne dit pas avoir étudiée sur place, je dirai que je l'ai revue cette année, et que la disposition des terrains m'a paru conforme aux coupes données par MM. Studer et Favre bien plutôt qu'aux idées émises par M. Sharpe, dont celles de M. Ébray semblent se rapprocher. Jusqu'à preuves précises et positives, je ne vois pas la nécessité d'invoquer l'existence d'une faille dans la vallée de Chamonix. Quant à supposer qu'une faille partant de cette vallée puisse se prolonger de manière à venir passer à Petit-Cœur, je doute que cette idée paraisse admissible à quiconque se donnera la peine de suivre pas à pas les accidents intermédiaires, « trajet presque inaccessible, » comme le dit M. Ébray, mais que nous avons fait, M. Favre et moi. Disons seulement un mot de Petit-Cœur, puisque c'est le seul point sur lequel M. Ébray ait donné quelques détails stratigraphiques et une coupe, pour établir cette

(1) *Bull.*, t. XXIV, p. 177 et 408.

faïlle, qu'il suppose se prolonger, d'autre part, jusqu'au Bourg-d'Oisans.

J'avais dit (1) qu'il y a à Petit-Cœur une *faïlle locale*, de sens inverse à celui des *grandes faïlles* de la région, et par laquelle se trouve détaché de la chaîne principale le petit massif de couches enchevêtrées d'une manière anormale, qui a été le sujet de tant de discussions. Je m'étais appuyé sur ce que, depuis Petit-Cœur jusqu'à Naves-Fontaine, sur la rive droite du torrent, on voit les schistes cristallins redressés vers le sud-est, en sens inverse de leur disposition générale dans la cluse de l'Isère, en aval de ce point. Ce fait avait été vu et signalé avant moi par MM. Élie de Beaumont, Sismonda, Fournet, de Mortillet et bien d'autres, et je ne m'explique pas comment M. Ébray ne l'a pas reconnu de même. Selon lui, les schistes anciens seraient constamment inclinés vers l'E. S. E., et recouverts régulièrement, parallèlement et *sans faïlle*, par les grès du *paquet inférieur*. Mais, en revanche, il y aurait, entre ces grès et la petite assise d'ardoises à Bélemnites, que l'on avait considérée comme reposant régulièrement dessus, une *faïlle*, qui aurait fait disparaître *au moins 870 mètres de couches intermédiaires*. Nous doutons beaucoup que les géologues qui viendront encore visiter cette singulière localité de Petit-Cœur soient disposés à admettre cette faïlle, supposée par M. Ébray, et dont la supposition n'est amenée que par la difficulté qu'il y aurait, à ses yeux, à concevoir la superposition immédiate du *lias* sur la partie inférieure du terrain houiller.

Tous ceux qui ont étudié le *lias* au contact de cette grande saillie de roches anciennes, depuis le Valais jusqu'en Oisans, savent qu'il peut reposer indifféremment sur les schistes cristallins ou sur le *grès à anthracite*, aussi bien que sur un *trias* toujours peu épais, souvent rudimentaire et nullement comparable à celui des zones plus intérieures de la Tarantaise, à celui de Moûtiers, par exemple, malgré le peu de distance des localités. On pourrait ajouter qu'il n'est pas *certain* que les grès inférieurs de Petit-Cœur soient des grès à anthracite, et qu'ils pourraient, comme certains grès analogues, par exemple ceux des Bains-de-l'Échaillon, près Saint-Jean-de-Maurienne, être inséparables du *lias* (2). Enfin, même en admettant qu'il fallût rétablir, par la pensée, entre ces grès et

(1) *Bull.*, t. XXII, p. 53.

(2) *Bull.*, t. XXIII, p. 486 et 494.

le *lias* inférieur, la faible épaisseur de *trias* qui existe, par exemple, au col de la Bâtie ou au col de la Louze, le phénomène se réduirait à un *écrasement de quelques mètres* (et non de 870 au moins) explicable par un glissement d'importance minime et simplement local. Cette suppression *locale* du *trias*, donnée comme preuve de la faille, n'existe plus au nord de Naves-Fontaine, ni au sud, dans le vallon de Celliers.

Je ne saurais donc admettre la *faille* de Petit-Cœur telle que la comprend M. Ébray. A plus forte raison, je ne discuterai pas son prolongement supposé, d'un côté jusqu'à Chamonix, même jusqu'à Saxon, et de l'autre jusqu'en Oisans, ce dont notre savant confrère n'a fourni aucune preuve (1).

Je crois en avoir assez dit pour faire comprendre comment, en faisant connaître les grandes failles que nous avons découvertes et qui sont, pour nous, les traits fondamentaux de la structure des Alpes savoisiennes, nous n'avons eu, M. Vallet et moi, et nous n'avons encore, à l'heure qu'il est, rien à emprunter aux recherches de M. Ébray, ni à tenir compte des deux failles signalées par lui, desquelles nous n'admettons point la réalité.

Remarques sur la classification des eaux minérales de la Savoie en rapport avec les failles. — Un des objets principaux de la dernière note publiée par M. Ébray, c'est l'application aux Alpes de l'idée théorique d'une liaison intime entre les sources minérales et les grandes lignes de failles. Notre savant confrère trouve que les sources minérales signalées dans cette région des chaînes alpines comprise entre le Valais et l'Oisans peu-

(1) Quant à l'*anomalie stratigraphique* de Petit-Cœur, j'ai été le premier, je crois, à supposer, pour en rendre compte, une dislocation accompagnée de *glissement*, et j'ai appelé l'attention sur l'application de cette idée à beaucoup d'autres anomalies analogues (*Bull.*, t. XXII, p. 48 à 59.) M. Ébray propose une explication plus simple encore, réduisant le fait à l'*éboulement*, plus ou moins récent, d'un lambeau de terrain houiller, qui aurait glissé dans un ravin creusé au sein du *lias*. Ce serait, assurément, très-simple ; mais je ne saisi les géologues qui auront étudié les lieux trouveront cette explication admissible et suffisante. Je persiste à croire, pour ma part, que l'enchevêtrement anomal s'est produit anciennement, à la suite de la faille locale de Petit-Cœur et de l'inclinaison des couches à 70° environ, par des dislocations coupant ces couches sous des angles très-aigus et accompagnés de glissements sur des lits de séparation facile. Je me propose de revenir spécialement sur cette manière de concevoir les *intercalations*.

vent être réparties suivant trois lignes, coïncidant, suivant lui, avec autant de grandes failles.

Deux de ces alignements ou *filons* d'eaux minérales correspondraient précisément aux deux lignes de failles que nous venons de discuter et dont nous contestons la réalité. Il me paraît inutile d'insister plus longtemps à leur sujet.

Un autre *filon* de sources minérales sortirait de la grande ligne de faille qui détermine l'affleurement de la zone des grès à anthracite, notre troisième zone de la région des chaînes alpines (1). Cette ligne de faille, dont M. Ébray n'avait pas parlé dans ses notes précédentes, est bien, en effet, une de celles dont nous avons établi l'existence et l'importance par de nombreuses coupes, depuis le Monestier-de-Briançon jusqu'en Valais, en passant par les Encombres et le petit Saint-Bernard (faille F', *Bull.* t. XXIII, p. 448 et pl. X). Dans le Briançonnais, on voit, en effet, sortir de cette faille les belles sources thermales et salines du Monestier-de-Briançon, et l'on pourrait même considérer comme une suite de cette grande dislocation une série de failles à peu près alignées, un peu à l'ouest de la Durance, jusqu'au Plan-de-P'hazy ou confluent du Guil, où d'autres sources pareilles et non moins belles jaillissent encore d'une faille très-caractérisée (2). Ces sources thermales et salines du Briançonnais s'aligneraient ainsi avec les sources thermales et salines de Brides et de Salins, près Moutiers, celle d'Arbonne et celles du Pré-Saint-Didier (vallée d'Aoste). Mais nous craignons encore de nous trouver en désaccord avec M. Ébray, lorsque nous le voyons rattacher au même *filon*, c'est-à-dire faire sortir de cette même faille, les sources minérales de l'Échaillon (Saint-Jean-de Maurienne), du col de la Seigne et de la Saxe (Courmayeur); elles sont situées, en effet, sur la direction d'une faille toute différente, sur notre faille F (3), dont M. Ébray ne parle pas, bien que ce soit, sans contredit, la plus nette et la plus facile à suivre, sur plus de 40 lieues, depuis le Briançonnais jusqu'en Valais. Les sources thermales et salines de Saxon (Valais) appartiennent aussi à cette faille F; peut-être aussi celles de Louèche, à moins qu'elles ne soient sur un alignement encore plus extérieur par rapport aux chaînes alpines du Valais.

(1) *Bull.*, t. XXIII, p. 488.

(2) *Descr. géol. du Dauphiné*, § 269.

(3) *Descr. géol. du Dauphiné*, § 282.

On voit qu'il y aurait beaucoup à éliminer ou à modifier, dans cette classification des eaux minérales de la Savoie, telle que la présente M. Ébray ; des trois failles auxquelles il rapporte ces sources, deux n'existeraient pas, et la troisième serait loin de contenir toutes les sources qui lui sont attribuées.

Cependant, je suis loin de révoquer en doute le principe de la liaison fréquente des sources minérales avec les failles ; ce n'est que par des fractures profondes du sol que l'on peut, en général, se rendre compte de l'origine des sources thermales ou chargées de principes chimiques étrangers aux terrains de la surface. Mais ces fractures, pour être profondes, n'ont pas besoin d'être fort étendues ; et, au lieu de sortir des grandes failles orographiques, les sources minérales sortiront, le plus souvent, de quelqu'une de ces mille petites fractures secondaires, longitudinales ou transversales, qui, dans des montagnes aussi disloquées que les Alpes, sont insignifiantes pour la structure de l'ensemble. Cela est vrai également pour les filons métallifères, quoique leurs affleurements soient, au point de vue géologique, des faits bien plus importants et mieux définis que les points d'apparition des sources minérales.

Mais ce qui me paraît évident et incontestable, c'est la relation qui existe toujours, dans nos Alpes, entre la composition chimique des eaux minérales et la nature des terrains d'où elles sortent ou dont on peut rationnellement admettre qu'elles proviennent. Ainsi, toutes nos sources salines caractérisées par l'abondance des sulfates et du chlorure de sodium, par des quantités appréciables de bromures et d'iodures, paraissent provenir du terrain *triasique*. Les schistes argilo-calcaires du *lias*, imprégnés d'une quantité considérable de sulfure de fer très-divisé, donnent naissance à des sources sulfureuses plus ou moins chaudes, par des réactions qui ont lieu dans la profondeur, ou à des sources froides, chargées d'acide carbonique, de carbonates et de sulfates, par des réactions superficielles faciles à comprendre. Des sources sulfureuses proviennent, de même, des marnes oxfordiennes, ou des marnes néocomiennes, ou d'autres terrains encore, caractérisés par l'abondance du sulfure de fer très-divisé, dans la région des chaînes subalpines : telles sont, en Savoie, celles de Challes, d'Aix, de Marlioz, etc.

(1) *Bull.*, t. XXIII, p. 483.

J'ai appliqué ces considérations pour essayer d'expliquer l'origine des sources minérales d'Uriage et d'Allevard, dans une note qui forme un chapitre de l'ouvrage intitulé : *Uriage et ses eaux minérales*, par le Dr Doyon (Paris, V. Masson, 1865).

En un mot, les eaux minérales de nos Alpes seraient des sources, qui reçoivent des terrains qu'elles traversent certains sels solubles, ou des produits de réactions chimiques locales, comme elles doivent leur température plus ou moins élevée à ces réactions, et surtout à la profondeur d'où elles jaillissent. Et comme la disposition des terrains est essentiellement déterminée par les grands traits de la structure orographique, par les grandes lignes de failles et par les trouées de roches anciennes, il est tout simple de trouver la distribution des eaux minérales en rapport intime avec ces accidents principaux.

Sur les terrains anciens et les roches cristallines des Alpes occidentales. — J'aurais encore d'autres remarques à présenter sur diverses idées énoncées par M. Ébray, si ces idées étaient appuyées de faits prêtant à la discussion. Adoptant, jusqu'à un certain point, des opinions de M. Sc. Gras, M. Ébray paraît disposé à croire que certains calcaires noirs pourraient bien être carbonifères, et non liasiques, et que l'on doit ranger dans le terrain carbonifère les schistes micacés, chloriteux ou talqueux, confondus communément avec les terrains cristallins, dits primitifs. Pour le premier point, il serait indispensable, ce me semble, qu'il fût appuyé par des fossiles caractéristiques ou par des preuves stratigraphiques très-précises. Quant aux schistes anciens sous-jacents aux grès à anthracite, qu'ils soient simplement *lustrés, laminés*, ou qu'ils soient plus ou moins *cristallins, chloriteux, talqueux, micacés, etc.*, il est souvent très-difficile de tracer une limite entre eux et les grès anthracifères; mais il serait bien autrement difficile d'en tracer une entre eux et les gneiss les mieux caractérisés. Faudra-t-il pour cela, avec M. Gras, comprendre ces derniers dans la formation anthracifère ?

Je me bornerai à faire remarquer que ces types de schistes chloriteux, micacés, etc., se retrouvent dans tous les massifs anciens des Alpes, sur le versant italien comme sur le versant franco-suisse, tandis que la distribution des grès à anthracite est circonscrite dans des limites géographiques bien connues. L'incertitude des limites au contact, les passages minéralogiques, qui s'observent entre les schistes cristallins et les grès anthracifères s'observent au même degré, sur le versant pié-

montais, entre ces schistes et les grès triasiques; et cela est tout simple, puisque ces grès, les uns comme les autres, sont formés de leurs détritits réagglutinés, laminés et souvent modifiés par une nouvelle cristallisation partielle. En attendant que des données plus précises permettent de mieux déterminer leur âge, il me paraît du moins bien établi que les schistes anciens, plus ou moins cristallins, des Alpes occidentales sont distincts et indépendants de la formation carbonifère, aussi bien qu'ils le sont du *trias*.

M. Ébray fait remarquer que certains schistes carbonifères du Beaujolais prennent souvent un faciès analogue à ces schistes alpins, sous-jacents aux grès à anthracite; et il ajoute que les uns comme les autres sont traversés par des filons de *porphyre granitoïde* ou de *granite syénitique*. Revenant sur ce sujet dans sa dernière note, il me reproche d'avoir confondu, dans la *Carte géologique du Dauphiné*, « les terrains si disparates qui forment la chaîne centrale, c'est-à-dire les schistes micacés et les *porphyres éruptifs*. »

Les roches que M. Ébray désigne sous ce nom de *porphyres éruptifs* ou de *porphyres quartzifères* sont tout simplement diverses variétés de granite ou de protogine granitoïde, quelques-unes à grands cristaux de feldspath, offrant ce qu'on appelle l'*aspect porphyroïde*, mais jamais la structure porphyrique.

Ces roches, dans leur ensemble, ne me paraissent pas plus *éruptives* que la protogine du mont Blanc ou celle du massif du Pelvoux; elles affleurent, par grandes masses, par suite du redressement et de la rupture des schistes cristallins et des gneiss, dont elles forment la base, et auxquels elles sont intimement unies par des passages minéralogiques et des alternances multipliées. Ce n'est que sur des points isolés, d'une étendue très-restreinte, que certaines de ces roches granitoïdes paraissent avoir été réellement poussées, en forme de *filons* ou de *dykes*, à travers les schistes cristallins, comme nous l'avons dit dans la *Description géologique du Dauphiné*, § 72 et 109.

Quant à la *seule* localité où M. Ébray donne quelques détails sur ces roches, celle de la Roche-Cevins, entre Moutiers et Albertville, je ne saurais y voir autre chose qu'une *protogine porphyroïde*, c'est-à-dire contenant de grands cristaux de feldspath orthose, mais *stratifiée*, et même le plus souvent *schisteuse*, passant au *gneiss porphyroïde*. C'est, du reste, sous ce dernier nom

qu'elle a toujours été décrite, et voici ce qu'en dit Brochant, dans son mémoire classique sur la Tarantaise (1) :

« Le *gneiss* ou *schiste micacé porphyroïde*, à cristaux de feldspath, se trouve en place, au-dessus de la Roche et auprès de Cevins, dans une montagne où peu de rochers se montrent à découvert, ce qui rend assez difficile l'observation de son gisement. Cependant, si l'on considère que *ses couches* sont verticales et dirigées du nord-ouest au sud-ouest, comme toutes les autres montagnes de la Tarantaise ; que, dans leur voisinage, on trouve des calcaires et des schistes argileux en bancs verticaux, ayant la même direction ; qu'enfin ces *gneiss* ont beaucoup d'analogie avec les schistes micacés qui alternent avec le calcaire (2) ; qu'ils n'en diffèrent que par une plus grande abondance de feldspath, il sera difficile de se refuser à regarder cette roche comme faisant partie du même terrain. »

La *protogine* ou *gneiss porphyroïde* de Cevins affleure à la base de la lèvre supérieure d'une *faille* assez importante, qui se prolonge dans la direction de Beaufort, en passant un peu à l'est du col de la Bâtie, et que l'on retrouve, au sud de l'Isère, passant par le col de Basmont, jusque au-dessus d'Argentine. A la lèvre inférieure de cette faille se montrent des lambeaux, diversement disposés, de schistes argilo-calcaires du *lias*, avec Bélemnites, et de schistes ardoisiers non calcaires, associés à des grès à anthracite et à empreintes végétales houillères ; c'est à ce dernier groupe que se rapportent les ardoises de Cevins, et aussi celles du col de Basmont et d'Argentine. De l'autre côté de la faille, qui est décomposée, au nord de Cevins, en plusieurs ressauts successifs, la lèvre supérieure montre assez généralement des *gneiss porphyroïdes* et tous les passages de ces *gneiss* à la *protogine* massive. Ces roches affleurent aussi dans la vallée de l'Arc, entre Épierre et la Chambre, comme dans la vallée

(1) *Journal des Mines*, t. XXIII, 1808 ; sur la liaison intime des *protogines* avec les *schistes feldspathiques*, voir le mém. du même auteur, *Ann. des Mines*, 1^{re} série, t. IV, 1819.

(2) Non loin de là, en effet, aux Champs, commune de N. D. de Briançon, sur la grande route, on trouve un ancien four à chaux, que M. Ébray lui-même nous a signalé et qui s'alimentait avec un calcaire grenu, blanc ou grisâtre, plus ou moins mêlé de quartz et de mica, formant une petite couche subordonnée dans les schistes micacés, comme les calcaires saccharoïdes de diverses localités du Dauphiné (*Descr. géol. du Dauphiné*, § 32, 101, 112, 113.)

de l'Isère, à la Roche-Cevins ; et, dans l'intervalle, on peut en suivre les nombreux blocs éboulés de la haute crête du Belachat.

A la Roche-Cevins, le plan de la faille était sensiblement vertical, et les terrains, de part et d'autre, plongeant vers l'E. S. E., sous un angle de 70° au moins, on comprend comment l'affleurement de protogine et de gneiss porphyroïde a pu, dans l'ensemble, présenter à M. Ébray l'apparence d'un gros dyke vertical. Mais, dans le haut, les roches sont mieux à découvert, les inclinaisons sont moindres, et cette illusion disparaît. C'est ce qui a lieu aux ardoisières de Cevins, situées à environ 2000 mètres d'altitude, où le lambeau de terrain houiller dont fait partie la couche d'ardoises repose sur un premier gradin de la lèvre supérieure de la faille. Le chemin, taillé en lacets dans un escarpement, montre des alternances multipliées, par couches régulières et peu épaisses, d'un gneiss très-micacé, à petites parties, avec un gneiss porphyroïde, à grands cristaux de feldspath, semblable à la roche que M. Ébray considère comme un *porphyre éruptif*.

Sans doute, il est important d'établir, sur les cartes géologiques, une distinction entre les roches cristallines schisteuses et celles à structure granitoïde ; mais il faut aussi, parmi ces dernières, séparer les granites proprement *éruptifs*, en *filons*, d'avec les roches granitiques plus ou moins nettement *stratifiées*, qui se lient aux gneiss par des passages et par une continuité évidente de formation. Or, c'est dans cette dernière catégorie que se rangent les protogines du mont Blanc, du Pelvoux, et la très-grande majorité des affleurements de roches granitiques des Alpes occidentales. Il convient dès lors de les comprendre sous la même teinte que les roches schisteuses, et de les en distinguer seulement, sans limites tranchées, par des hachures ou un pointillé ; c'est ce qu'ont fait M. Favre, dans le massif du mont Blanc, et MM. Studer et Escher dans la *Carte géologique de la Suisse* (2^e édition, 1867).

Quant aux granites massifs réellement éruptifs, nous en avons un exemple célèbre et bien connu dans le *granite de Valorcine* ; mais c'est une roche essentiellement différente de la *protogine* par ses deux variétés de mica, et l'on sait qu'elle passe à la structure porphyrique, et même à l'état d'eurite. Il se peut encore que l'on doive considérer comme un dyke éruptif l'affleurement de granite très-micacé qui perce au milieu des schistes cristallins à Cernix, près Beaufort ; mais son étendue me paraît

avoir été grandement exagérée sur la carte de M. Favre. Ce granite rappelle beaucoup celui qui perce de même au lac Lauvitel, en Oisans (1).

Mais quant aux autres affleurements de roches granitoïdes, dans la chaîne occidentale, en Savoie, (vallée de Pontcellamont, la Roche-Cevins, chaîne du Bellachat, Épierre), comme en Dauphiné ceux du Grand-Charnier, du Glézin, des Sept-Laux, ils me paraissent avoir les mêmes allures que les gneiss et devoir être figurés comme *protogines stratifiées* et non point comme roches *éruptives*.

Note sur les sinuosités des affleurements des failles dans les Alpes;
par M. Ch. Lory.

En cherchant à tracer, le plus exactement possible, les affleurements des failles sur les cartes géologiques du Dauphiné et de la Savoie, j'ai, depuis longtemps, constaté un fait qui me paraît général et qui peut intervenir utilement dans la discussion des actions mécaniques qui ont produit le relief des Alpes et d'autres systèmes montagneux.

Comme je l'ai dit précédemment (*Bull.*, t. XXIV, p. 600), toutes nos failles d'une étendue et d'une importance notables sont échelonnées dans le même sens, depuis la lisière extérieure de la région subalpine jusqu'à la faille qui fait surgir la grande zone des grès à anthracite; toutes *regardent la France*, c'est-à-dire ont leur bord occidental affaissé par rapport à leur bord oriental, qui forme la *tête* ou la *lèvre supérieure* de la faille. Sur la carte, leurs affleurements se dessinent en lignes fortement sinueuses, et non en lignes à peu près droites ou d'une courbure simple et ménagée, comme cela a lieu, en général, pour les failles des pays peu accidentés. Ces sinuosités, considérées du côté de la France, se montrent constamment *convexes* dans les cols et *concaves* dans la traversée des dépressions ou des cluses.

On doit admettre, ce me semble, que ces sinuosités des affleurements proviennent de l'intersection du relief accidenté du sol par la *surface de faille* à peu près plane, ou d'une courbure peu prononcée, en direction, sur une étendue de quelques kilomètres. Il en résulterait alors que la *surface de faille* serait

(1) *Descr. géol. du Dauphiné*, § 109.

constamment plus avancée vers l'ouest dans les points élevés que dans les points bas, c'est-à-dire qu'elle serait *inclinée, plongeant vers l'est, la lèvre supérieure de la faille surplombant sur la lèvre inférieure.*

C'est ainsi, du reste, que nous avons, après M. Élie de Beaumont, expliqué le renversement de la protogine sur le lias, en Oisans (1), et représenté divers cas de renversements ou de superpositions anormales dans la Chartreuse (2), dans le massif des Encombres, au mont Chétif, etc. (3)

Dans les pays où les terrains ont été disloqués seulement par des failles, l'observation, d'accord avec les idées théoriques que l'on peut se faire sur le mécanisme de ces fractures, montre qu'elles sont, le plus souvent, à peu près verticales, ou, si elles sont inclinées, c'est, en général, le *toit* de la faille qui se trouve affaissé qui a glissé sur le *mur*. Cette vieille loi bien connue se trouverait donc habituellement en défaut dans les grandes failles des Alpes, si l'on ne s'expliquait pas cette contradiction apparente par les *refoulements* qui ont eu lieu consécutivement ou postérieurement à ces failles et qui ont dû modifier la position initiale et même la forme des surfaces de fracture. La lèvre inférieure de la faille opposant moins de résistance en haut qu'en bas, et la résistance devenant nulle au-dessus, les terrains de la lèvre supérieure ont dû être facilement poussés en surplomb, surtout dans les parties élevées du sol.

Ce renversement *habituel* de la surface de faille concorde avec les renversements fréquents des terrains de la lèvre inférieure, repliés sur eux-mêmes, comme on le voit dans le massif des Encombres, et avec les renversements aussi fréquents d'une partie de la lèvre supérieure sur les terrains de la lèvre inférieure, comme on en voit des exemples dans les coupes citées ci-dessus. Ce sont autant de faits démontrant la production initiale des grandes failles et les actions ultérieures de *refoulement*, dont les résultats, quelque gigantesques qu'ils puissent être, ont été nécessairement coordonnés à ces fractures primordiales.

Le Secrétaire dépose sur le bureau un mémoire de

(1) *Descr. géol. du Dauphiné*, § 126.

(2) *Bull.*, t. XVIII, pl. XV bis.

(3) *Bull.*, t. XXIII, pl. X.

M. Brossard sur l'Algérie. L'auteur en demande l'insertion dans les *Mémoires* de la Société.

Renvoyé au Conseil.

Séance du 6 janvier 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DE VERNEUIL.

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

Parsuite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

HARDOUIN, ingénieur civil des mines, quai de Béthune, 18, à Paris; présenté par MM. de Verneuil et Alfred Caillaux.

SAUVAGE (Émile), boulevard Saint-Michel, 16, à Paris; présenté par MM. P. Gervais et Alb. Gaudry.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'Instruction publique, *Journal des Savants*, décembre 1867; in-4.

De la part du Comité de la Paléontologie française, *Terrain crétacé*, t. VIII. — *Zoophytes*, par M. de Fromentel; *texte*, f. 19 à 24; *atlas*, pl. 73 à 84; Paris, 1867; chez Victor Masson et fils.

De la part de M. Émile Arnaud :

1^o *Catalogue des espèces minérales des environs d'Apt*; in-8, 36 p.; Apt, 1867; chez J. S. Jean.

2^o *Étude géologique sur le gisement de soufre des Tapets (Vaucluse)*; in-8^o, 15 p., 1 pl.; Aix, 1867; chez Remondet-Aubin.

De la part de M. Eugène Deslongchamps, *Notes paléontologiques*, 3^e et 4^e articles, p. 47-94, pl. IX; Caen, 1867; chez Le Blanc-Hardel; Paris, chez F. Savy.

De la part de M. J. Morière, *Note sur quelques Mytilidées fos-*

siles trouvées dans le Calvados; in-4, 4 p., 1 pl.; Caen, 1867, chez Le Blanc-Hardel.

De la part de M. F. J. Pictet, *Mélanges paléontologiques*; 3^e livraison. — *Étude monographique des Térébratules du groupe de la T. diphya*; in-4, p. 135-184, pl. 29-35; Bâle et Genève, 1867; chez H. Georg.

De la part de M. Julius Haast, *Report on the headwaters of the river Rakala*; in-f^o, 71 p., 10 pl.; Christchurch, 1867.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences; 1867, 2^e semestre. — T. LXV, n^{os} 25 à 27; in-4.

Bulletin de la Société botanique de France, t. X, 1863, n^o 9. — T. XIV, 1867, D; in-8.

Mémoires d'agriculture, etc., publiés par la Société I. et centrale d'agriculture; année 1865; in-8.

L'Institut, n^{os} 1772 à 1774; 1867, in-4.

Réforme agricole, novembre et décembre 1867; in-4.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, décembre 1867; in-8.

Mémoires de la Société Linnéenne du nord de la France, année 1866; in-8.

Société I. d'agriculture, etc., de Valenciennes. — Revue agricole, etc., octobre 1867; in-8.

The Athenæum, n^{os} 2093 et 2096, 1867; n^o 2097, 1868; in-4.

Verhandlungen der K. K. geologischen Reichsanstalt, 1867, n^o 16; in-8.

Mónatsbericht der K. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, août 1867; in-8.

Revista minera, 15 décembre 1867; in-8.

Anales del Museo publico de Buenos-Aires; 4^e livraison, 1867; in-f^o.

M. E. Dangleure a l'honneur d'offrir à la Société, au nom du Comité de la paléontologie française, la 7^e livraison (24^e de l'ordre adopté par M. Masson) des *Zoophytes crétacés*, par M. de Fromentel.

M. le Président prononce les paroles suivantes :

Je ne puis ouvrir cette séance sans faire allusion au triste

événement qui a marqué la fin de la dernière réunion, et je suis certain d'être l'interprète de vos sentiments en exprimant les regrets que laisse après lui l'éminent collègue que nous venons de perdre.

Nous avons tous encore présente à la pensée cette vive ardeur, je dirai cette fougue, avec laquelle il recherchait la vérité.

C'était pour moi un vieil ami. J'avais voyagé avec lui et j'avais pu apprécier le tact et la justesse de coup d'œil qui lui faisaient reconnaître, sur le terrain, les accidents de stratification les plus compliqués, les plissements, les failles ou les renversements.

Ces qualités le rendaient éminemment propre à la construction des cartes géologiques, et celle du département de la Sarthe, à laquelle il a consacré une partie de sa vie, est un modèle.

M. Triger a réalisé aussi un véritable progrès dans la science par sa classification du terrain crétacé de la Sarthe, qui peut servir de type de comparaison pour d'autres contrées et qui lui a permis de reconnaître la véritable place de la craie de Rouen.

Enfin, son amour du vrai, son esprit de prosélytisme pour la science, ainsi que la bonté et la générosité de son caractère le rendaient sympathique aux jeunes gens, et il eut le don de former des élèves distingués.

Cette mort inopinée, jointe à celles de Viquésnel, de Michelin et de Saemann, jette un voile lugubre sur l'année qui vient de s'écouler, et je serais presque tenté de m'abandonner au découragement, si je ne voyais devant moi cette forte et jeune génération prête à combler les vides qui se font chaque jour parmi les fondateurs ou les anciens membres de cette Société.

M. de Billy rappelle les services rendus à l'industrie par M. Triger et notamment l'application de l'air comprimé au fonçage des puits de mines.

M. Alf. Caillaux est désigné par M. le Président pour écrire une notice nécrologique sur M. Triger.

M. Éd. Collomb, trésorier, rend compte de l'état de la caisse au 31 décembre 1867 :

Il y avait en caisse au 31 décembre 1866	631 fr. 05 c.
La recette du 1 ^{er} janvier au 31 décembre 1867 a été de.....	18 154 85
Total....	18 785 90
La dépense du 1 ^{er} janvier au 31 décembre 1867 a été de.....	18 091 25
Il reste en caisse au 31 décembre 1867...	694 65

La Société adopte ensuite successivement les nominations des diverses Commissions, pour l'année 1868, faites par le Conseil dans la séance de ce jour, 6 janvier 1868.

Ces Commissions sont composées de la manière suivante:

1^o *Commission de comptabilité*, chargée de vérifier les comptes du Trésorier : MM. Damour, marquis de Roys, Albert Gaudry.

2^o *Commission des Archives* : MM. Marcou, Delesse, Alfred Caillaux.

3^o *Commission du Bulletin* : MM. Collomb, de Verneuil, Gruner, Alph. Milne-Edwards, d'Archiac.

4^o *Commission des Mémoires* : MM. Deshayes, Daubrée, Alb. Gaudry.

Il est ensuite procédé à l'élection du Président pour l'année 1868.

M. BELGRAND, ayant obtenu 56 suffrages sur 130 votes, est élu président pour l'année 1868.

La Société nomme ensuite successivement :

Vice-Présidents : MM. DE BILLY, J. MARCOU, DOLLFUS-AUSSET, ALF. CAILLAUX.

Secrétaire : M. ALB. DE LAPPARENT.

Vice-Secrétaire : M. ALPH. BIOCHE.

Archiviste : M. DANGLURE.

Membres du Conseil : MM. DE VERNEUIL, DESHAYES, HÉBERT, DELESSE, d'ARCHIAC.

Par suite de ces nominations, le Bureau et le Conseil sont composés, pour l'année 1868, de la manière suivante :

Président.

M. BELGRAND.

*Vice-Présidents.*M. de BILLY.
M. J. MARCOU.M. DOLLFUS-AUSSET.
M. Alf. CAILLAUX.*Secrétaires.*M. N. de MERCEY.
M. Alb. de LAPPARENT.*Vice-Secrétaires.*M. LOUIS LARTET.
M. Alph. BIOCHE.*Trésorier.*

M. Éd. COLLOMB.

Archiviste.

M. E. DANGLURE.

*Membres du Conseil.*M. DAMOUR.
M. GRUNER.
M. P. MICHELOT.
M. J. DESNOYERS.
M. Alph. MILNE EDWARDS.
M. Éd. LARTET.M. P. GERVAIS.
M. de VERNEUIL.
M. DESHAYES.
M. HÉBERT.
M. DELESSE.
M. d'ARCHIAC.*Commissions.*

Bulletin : MM. COLLOMB, de VERNEUIL, GRUNER, Alph. MILNE EDWARDS, d'ARCHIAC.

Mémoires : MM. DESHAYES, DAUBRÉE, Alb. GAUDRY.

Comptabilité : MM. DAMOUR, ^{mis} de ROYS, Alb. GAUDRY.

Archives : MM. MARCOU, DELESSE, Alf. CAILLAUX.

Séance du 13 janvier 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DE VERNEUIL, PUIS DE M. BELGRAND.

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

M. de Mortillet signale une infraction au règlement qui aurait été commise à la dernière séance; le règlement porte que le Conseil est composé de douze membres, dont quatre doivent être renouvelés chaque année : or, *trois* membres seulement sont sortis à la séance du 7 janvier.

M. d'Archiac expose que, depuis 37 ans, et à la suite de
Soc. géol., 2^e série, tome XXV.

décisions du Conseil, l'article du règlement a toujours été interprété dans ce sens, que les membres du Conseil sont élus pour trois ans. En conséquence, M. d'Archiac propose à la Société de maintenir cette jurisprudence en votant un ordre du jour motivé sur ce que la pratique constante a été d'appliquer, en cette occasion, l'esprit plutôt que la lettre du règlement.

Après quelques observations de MM. de Mortillet et d'Archiac, l'ordre du jour ainsi motivé est mis aux voix et adopté.

On décide en outre, sur la proposition de M. Marcou, que cette résolution sera formellement énoncée, dans la nouvelle édition du règlement que prépare M. Danglure.

M. de Verneuil, avant de quitter la présidence, remercie la Société du bienveillant concours qu'elle n'a cessé de lui prêter; sur sa proposition, des remerciements sont votés par acclamation à l'ensemble du Bureau et aux Secrétaires.

M. Belgrand, en prenant possession du fauteuil, remercie la Société de l'avoir appelé à l'honneur de succéder, dans la présidence, à M. de Verneuil.

M. le Président expose ensuite que diverses circonstances fâcheuses ont nécessité l'ajournement de la construction d'un hôtel des sociétés savantes et qu'il faut, en attendant, que la Société tire le meilleur parti possible de sa situation actuelle.

MM. de Verneuil et d'Archiac s'associent aux sentiments exprimés par M. le Président; entre autres améliorations immédiatement réalisables, ils signalent l'installation plus complète de la bibliothèque et la reprise des comptes rendus d'ouvrages étrangers, rédigés, pour le *Bulletin*, par l'un des Secrétaires.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

GARNIER (Auguste), inspecteur des forêts, à Digne (Basses-Alpes); présenté par MM. Émile Arnaud et Albert Gaudry.

MAILLY (Louis-Jean-Baptiste), percepteur des contributions directes, à Semur (Côte-d'Or); présenté par MM. Colletot et Bréon.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. A. Daubrée, *Rapport sur les progrès de la géologie expérimentale*, grand in-8°, 142 p.; Paris, 1867; Imprimerie impériale.

De la part de M. Albert Gaudry, *Animaux fossiles et géologie de l'Attique*, in-4°, 19^e et dernière livraison; Paris, 1867; chez F. Savy.

De la part de M. Alexis Perrey :

1^o *Note sur les tremblements de terre en 1864, avec suppléments pour les années antérieures, de 1843 à 1863*; in-8°, 98 p.

2^o *Note sur les tremblements de terre, en 1865, avec suppléments pour les années antérieures, de 1843 à 1864*; in-8°, 125 p.

3^o *Documents sur les tremblements de terre et les phénomènes volcaniques des îles Aléoutiennes, de la péninsule d'Aljaska et de la côte N. O. d'Amérique*; in-8°, 131 p.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences; 1868, 1^{er} semestre, t. LXVI, n^o 4.

Bulletin de la Société de géographie, novembre et décembre 1867; in-8°.

Bulletin de la Société botanique de France, t. XIII, 1866, n^o 3.—
Compte rendu des séances; in-8°.

L'Institut, n^o 1775, 1868; in-4°.

Nouvelles météorologiques publiées sous les auspices de la Société météorologique de France, 1^{er} janvier 1868; in-8°.

The Athenæum, n^o 2098, 1868; in-4°.

Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, mai à juillet 1867; in-8°.

Giornale di Scienze naturali ed economica (de Palerme), 1867, t. III, fasc. I à III; in-f°.

M. Daubrée offre à la Société son ouvrage intitulé : *Rap-*

port sur les progrès de la géologie expérimentale. (V. la *Liste des dons.*)

M. Gaudry fait hommage à la Société de la dernière livraison de son ouvrage sur les animaux fossiles de l'Attique. (V. la *Liste des dons.*)

M. de Verneuil présente la lettre suivante de M. Boué, sur une nouvelle carte géologique de la Styrie :

Vienne, le 14 décembre 1867.

Mon cher Président,

Ignorant si la belle *Carte géologique de la Styrie* en 4 feuilles vous est parvenue, je m'empresse de la porter à la connaissance de la Société. L'association géognostique et minière de la Styrie a dignement couronné son œuvre, et nous promet encore prochainement une explication de cette carte de la main de maître de M. Denis Stur, un slovaque hongrois.

Ce géologue, l'un des plus distingués de l'Institut géologique, réunit aux connaissances de sa vocation celle de la botanique, et a déjà fait ses preuves en fait de généralisations géologiques. Son œuvre sera une véritable histoire, et la première, de tous les dépôts, du moins des Alpes autrichiennes, sur le versant septentrional, plus celle d'une portion des dépôts plutoniques, trachytiques et basaltiques; car la Styrie méridionale fait déjà partie de l'embranchement méridional des Alpes.

Sa carte distingue 76 différentes roches ou dépôts, et indique les directions et inclinaisons générales des masses. Dans le *terrain schisteux cristallin*, il distingue le gneiss, le calcaire grenu, les amphibolites schistoïdes, les schistes micacés talqueux et chloriteux avec des granites, des diorites, des élogites et des serpentines. Le *silurien*, le *dévonien* et le *carbonifère* (dans le Gailthal) sont divisés chacun en masses schisteuses et étage calcaire. Au-dessus vient l'*agglomérat carbonacé* à plantes des houillères anciennes dans le Stangenalpe, (partie N. O. de la Styrie), l'*anthracifère* de vos Alpes occidentales. Et puis de nouveau, au-dessus, un système surtout de schistes argiloïdes. Le grès rouge manque, vu l'absence des porphyres rouges et quartzifères du Tyrol, etc., mais le *grès vosgien et bigarré* y est représenté par un grand massif arénacé rougeâtre et en partie schisteux; c'est l'étage nommé en Autriche étage des schistes de Werfen (Salzbourg). J'ai ajouté ici

la dénomination de vosgien, parce que rien ne ressemble plus au facies du grès que le grès bigarré de certaines localités des Alpes allemandes, comme en Tyrol. M. Stur y distingue à côté des schistes de Werfen ceux dits de Radstadt.

Dans le *Muschelkalk*, il lui a été permis d'établir 6 à 9 étages, savoir : dans son véritable muschelkalk un calcaire dit de Radstadt, une rauchwacke ou cargneule, une dolomie et un calcaire dit de Guttenstein, une dolomie et un calcaire de Reifling, puis, dans la masse supérieure, comparée au *Lettenkohle* de la Thuringe, un calcaire hydraulique à Avicules, des schistes de Reingraben, et un grès dit de Lunz. Son *Keuper* est aussi partagé en 5 étages, savoir : la dolomie et le calcaire d'Opponitz, un calcaire triasique et le marbre fossilifère dit de Hallstadt. Son trias compterait donc 14 membres dont les supérieurs répondraient surtout à certaines couches fossilifères de Saint-Cassian.

Entre ce muschelkalk si compliqué et son lias, il place une formation dite *rhétique*, composée de masses épaisses de dolomie et de calcaire compacte dits du Dachstein avec les marnes et calcaires gris noirâtres de Koessen par-dessus. Quelques personnes avaient rejeté ces calcaires à Mégalodons dans la base du lias. Pour M. Stur, le lias comprendrait le grès et calcaire à houille dits de Gresten, espèce d'équivalent éloigné du grès du lias de l'Europe occidentale et centrale, puis un massif de calcaire coquillier, dit de Hierlitz, et des marnes tachetées. Dans son *Jura* figure un calcaire inférieur, surnommé *Klauskalk* (calcaire des défilés), un calcaire jurassique à *Aptychus*, et un calcaire analogue à celui de Stramberg en Silésie autrichienne. La formation crétacée commencerait pour lui au néocomien à *Aptychus*, et offrirait un calcaire à Hippurites, un agglomérat dit de Gosau et les marnes et grès si riches en fossiles de la même vallée.

L'*éocène* inférieur manquerait ; mais au moins l'*éocène supérieur* serait représenté par des couches schisteuses à Oberburg et à Prassberg avec plantes et poissons fossiles. Tout le reste du terrain tertiaire de Styrie reçoit le nom de *néogène*, qu'il divise en trois étages, savoir : 1° dans l'étage inférieur, les couches schisto-argileuses d'Eibiswald et de Sotzka, riches en empreintes végétales, une argile et marne marine, un sable, grès et cailloux de Gomlitz, des couches d'eau douce à lignites, un calcaire d'eau douce, la marne de Tüffen (lieu de sources thermales), puis, par-dessus le tout, le dépôt dit de Leitha, composé

de cailloux ou d'agglomérat avec le calcaire à *Fucus calcarifères* au-dessus;

2° L'étage moyen, savoir : une autre argile ou *Tegel* analogue par ses fossiles à celle de Hernals près de Vienne, et un grès et calcaire à Cérithes, horizon excellent s'étendant au loin dans l'Europe orientale;

3° Une argile, surtout marneuse, d'eau saumâtre, à Congéries, et des dépôts de cailloux et de sables ossifères (grands animaux éteints).

Dans le sud et le sud-est de la Styrie, M. Stur a trouvé des *trachytes silicifiés*, (son *Hornstein Trachyt*) ainsi que des tufs de cette roche, puis des *trachytes ordinaires*, des *basaltes* et des *tufs basaltiques*. Si ces derniers sont de l'âge de l'argile à Congéries, les trachytes ordinaires lui ont paru de celui de l'argile d'Hernals et des roches à Cérithes, tandis que ses trachytes silicifiés seraient apparus entre l'éocène supérieur et son étage inférieur du néogène, les roches d'Eibiswald et de Sotzka. En effet la liaison de ces dernières roches avec le tertiaire est tout autre que celle des trachytes ordinaires, comme je m'en suis assuré.

Sa *formation alluviale* se divise en diluvium, comprenant le lœss ou argile diluvienne du Rhin, des alluvions anciennes en terrasses et des blocs erratiques de glaciers disparus. Dans son alluvium plus récent, il place les dépôts locaux de tuf calcaire, les tourbes et les alluvions fluviales.

Cette carte est munie du détail orographique et d'une bonne partie de la topographie, à l'exception des noms de montagnes; coloriée avec soin, elle répondrait à tous les souhaits, si on avait pu y ajouter des chiffres pour les couleurs, qui, quoiqu'on fasse, passeront en partie avec le temps, et offriront alors des difficultés pour s'orienter. En comparant cette carte avec celle des Alpes allemandes, sans figuré du terrain, bel ouvrage de l'Institut impérial géologique et exposée à Paris, on ne peut s'empêcher de reconnaître que, pour l'étude et l'usage pratique, il faut éviter les cartes de trop grandes étendues de pays, à moins qu'on ne veuille restreindre le nombre de ses sous-divisions. En d'autres mots, c'est une impossibilité pécuniaire de publier sur une grande échelle, la seule convenable pour le géologue, les cartes géologiques de détail avec le dessin du terrain et les indications topographiques principales, y compris les noms des principales montagnes. Il faut donc nécessairement se contenter de ces sortes de cartes pour de petites provinces, et s'efforcer pour un empire, par exemple, de conserver pour

chaque carte provinciale la même échelle, les mêmes divisions géologiques et les mêmes couleurs, autant qu'on le peut du moins.

Une carte géologique de cette espèce se prête alors tout de suite pour la pratique, comme pour la recherche et les établissements des mines, à une conversion en carte industrielle ou agricole.

Est-on historien, archéologue, ethnographe ou militaire, on a sous la main les meilleures indications pour des éclaircissements à ces différents points de vue. Ainsi, par exemple, on trouve non-seulement avec facilité les défilés qui ont arrêté les peuplades émigrantes ou réfugiées, mais encore on aperçoit aisément la place des lieux fortifiés anciennement ou à présent; on rend compte des combats livrés, des limites naturelles ou souvent fixées par les guerres. Sous ce rapport, mon collègue M. Bergmann, archéologue distingué du Vorarlberg, a très-bien senti tout le prix d'une pareille carte pour l'ouvrage qu'il prépare, savoir : la description physique, ethnographique, historique et archéologique du Vorarlberg. Sur le sol d'un petit pays se sont rencontrées plusieurs nationalités bien marquées; les détails orographiques et géologiques avec les noms topographiques donnent l'explication historique de leur mélange.

Je ne sais pas si la Société a connaissance de quelques-uns de mes mémoires à l'Académie de Vienne. Dans l'un d'eux, je me suis efforcé de nouveau de comparer les avantages de la géologie paléontologique avec ceux de la géognosie de position. J'ai montré aisément que, pour certains pays comme les Alpes, la première méthode est bien plus expéditive que la seconde, sans que pour cela je conteste qu'avec beaucoup de patience le géognoste ne fût arrivé aux mêmes résultats, tant par les observations de pétrologie, que par les données de superposition. A cet égard, j'insiste surtout sur ce que les roches composant les différents groupes admis aujourd'hui par suite d'analogies paléontologiques ont, dans chacun d'eux, des natures et surtout des facies minéralogiques différents.

C'est pour cela que toute suite de terrain destinée à l'étude doit présenter, à côté de ses fossiles caractéristiques, ses roches les plus communes. Ainsi, pour me contenter d'un exemple, le facies du muschelkalk du nord de l'Allemagne se retrouve dans des calcaires qui le représentent dans les Alpes, etc. Ce sont ces matières minéralogiques qui, vu le peu qu'on savait alors de la paléontologie secondaire, et surtout de celle des

Alpes, m'ont guidé en partie dans ma notice sur les Alpes allemandes en 1824 (*Annales des Mines*, v. IX, p. 477-520), qui reçut les éloges d'Alexandre Brongniart. A l'exception de mon erreur d'avoir confondu l'éocène avec le grès vert, et l'erreur sur le grès viennois et le zechstein, les grandes divisions actuelles s'y trouvent relatées.

J'ai même eu le plaisir de voir confirmer mes observations si controversées sur la présence de Bélemnites, d'un côté dans le terrain de Gosau (*Mém. Soc. géol.* 1832, p. 232, et *Bull. Soc. géol.*, 1841, vol. XIII, p. 133) et de l'autre dans le dépôt ferrifère glauconieux de l'éocène du Kressenberg en Bavière (*Ann. des mines*, 1824, vol. IX, p. 500).

Ce dernier fait, assez extraordinaire, a été cité par le docteur Gümbel, qui a défini le fossile en question un morceau de Comatule ou de Bélemnite (*N. Jahrb. für Min.*, 1865, p. 1415, et 1866, p. 564-568); mais Geinitz l'a reconnu pour une Bélemnite (*Id.*, 1866, p. 568). Schafhäütl a manifesté une opinion semblable (*Sudbayern's Lethæa geognostica*, 1863). Quant à la Bélemnite de Gosau à Grunbach en basse Autriche (*Bull. Soc. géol.*, 1841, vol. XIII, p. 133-135), c'est M. Schloenbach qui vient de la retrouver (*Verh. k. k. geol. Reichsanst.*; 1867, p. 336).

Une autre recherche m'a occupé et m'occupe encore, c'est l'*origine des serpentines*; or, ayant eu le bonheur de voir, je crois, tous les gîtes possibles de cette roche, je pense que je suis compétent dans la matière. Je suis donc forcé de me ranger de l'avis de ceux qui ne veulent pas admettre que toutes les serpentines sans exception dérivent du *therzolite* ou de l'olivine en roche. Certes je sais fort bien qu'on peut distinguer ou faire ressortir artificiellement des cristaux plus ou moins distincts de péridot dans beaucoup de serpentines; mais je demanderai toujours quel est le gisement de ces serpentines; ce sont probablement celles à beaucoup de diallage associées avec des euphotides et de certains porphyres et felsites, comme en Italie. Dans ces roches sont en filons, en champignons (Cravignola) en grosses coupes, souvent alignés comme le basalte sur ce qu'on peut présumer une faille ou fente. Ces roches se trouvent au milieu de formations de différents âges et même d'âge éocène. Elles sont çà et là métallifères, surtout cuprifères, et les roches schisteuses de diverses époques à côté d'elles présentent ce qu'on nomme des altérations, des silicifications, des rubéfacions, etc. Je ne crois pas devoir attribuer ces accidents locaux jaspoïdes à des effets de chaleur, mais bien à des réactions chi-

miques produites par des vapeurs chaudes acidules et à silice. Ces actions ont-elles été en quelque rapport avec la roche serpentineuse? (Localités : Italie centrale, Ligurie, Haute-Albanie). Ensuite je me pose cette question : si l'olivine en roche a été convertie en serpentine, pourquoi existe-t-il de grands dépôts de lherzolite intacte, non pas seulement dans les Pyrénées, dans les basaltes de la vallée du Volant (Ardèche), et à Alten en Tyrol, mais aussi dans la Nouvelle Zélande? On voit passer la lherzolite des Pyrénées à la serpentine, comme on voit passer la diorite à l'ophite (Saint-Pé); mais, si on croit être sûr que cette dernière métamorphose et surtout celle de l'ophite en une roche tendre se continuent, cela ne paraît guère le cas pour la lherzolite. De là naît aussi dans l'esprit cette autre question : la métamorphose de la serpentine n'a-t-elle pas eu lieu sous terre avant son arrivée à la surface? L'olivine en roche est venue d'une profondeur assez grande, témoins les gros fragments de cette roche que contient la coulée basaltique du mont granitique dit mont Coupé, près d'Antraigues. Ces serpentines ont tous les caractères ignés distinctifs des basaltes et trapps, savoir : leur passage en amygdaloïdes, leur association avec des brèches ou queues de débris. Une autre question est celle-ci : peut-on raisonnablement réunir à ces serpentines celles qui sont en *couches* ou *amas allongés* en grand, à la manière de la pierre ollaire, dans les *schistes cristallins*, surtout talqueux? Leur association y est souvent avec les amphibolites, sous forme de diorites très-amphiboliques, comme je les ai vues, il y a 52 ans, et décrites près de Portson, dans l'Écosse septentrionale (*Essai sur l'Écosse*, 1820, pp. 53 à 55). Depuis lors, j'ai vu le Valais, les Alpes allemandes, la Hongrie, la Styrie, la Turquie, l'Erzgebirge, la basse et la haute Albanie. Dans ce dernier pays, la serpentine est un produit évidemment éruptif, en filons ou en coupoles, mais lié aux diorites les mieux caractérisées ; c'est, en un mot, en très-grand ce qu'on voit en petit à Saint-Pé, sur le Gave de Pau, dans les Pyrénées. La serpentine de la haute Albanie n'est pas seulement associée avec des euphotides, mais aussi surtout avec de complètes et superbes roches de diallage, qui prennent, pour ainsi dire, quelquefois la place des serpentines. En Turquie, j'ai retrouvé (à Pristina, à Katschanick) les serpentines des Alpes associées en roches apparentes avec des talschistes ; ces roches sont souvent d'une teinte verdâtre plus claire que les autres. Malgré leurs allures, je ne crois pas qu'on puisse accorder à ces serpentines

une persistance de continuité comme celle des amphibolites. Je crois leur origine liée à l'acte chimico-calorifique-vaporeux (en partie) de métamorphisme général, qui a engendré, au commencement de la croûte terrestre, ou même beaucoup plus tard, le magma des schistes cristallins. La plus grande masse de fer chromé des serpentines serait-elle plutôt liée à ces dernières espèces qu'aux autres (Iles Shetland) ?

Enfin, j'ai eu l'occasion d'observer des *serpentines qui dérivent des roches pyroxéniques*, roches en filons ou amas, dans lesquelles le péridot, comme olivine et surtout comme limbilité, se trouve souvent disséminé. Néanmoins il n'y est jamais en telle quantité, qu'on puisse lui attribuer la métamorphose entière d'une diorite ou d'une roche pyroxénique porphyrique. L'île d'Inchcolm, dans le golfe du Firth of Forth, près d'Édimbourg, en est composée. On devrait trouver cette roche dans ma collection écossaise, au Muséum d'histoire naturelle. Le filon de serpentine cité par Lyell dans le grès dévonien du Forfarshire (*Edinb. J. of sc.*, 1825, v. III, p. 112) est de cette nature, et j'ai revu cette roche parmi d'autres filons trappéens de l'Écosse.

Quant aux *petites masses de serpentine noble* et d'autre espèce moins pure dans des calcaires grenus ou demi-cristallins, leur voisinage semble devoir décider de leur dérivation par métamorphose. S'ils sont près d'amphibolites, surtout de grammatites (Glentilt), ce seront, il me semble, plutôt des produits métamorphosés des amphiboles que de l'olivine. Trouve-t-on ce dernier minéral, il est possible que sa décomposition ait produit quelque peu de serpentine. Pour le moment, il semble que ces masses serpentineuses des calcaires des schistes cristallins sont le seul gisement connu de l'*Eozoon canadense* et autres restes organiques.

L'existence de *grenats* pyropes dans quelques serpentines ne s'expliquerait-elle pas par le voisinage de ces derniers à Lobnitz, en Saxe, près de Portson, en Écosse, et parce que dans ces lieux il y a des éclogites, des dépôts de leptinites, ou, au moins, des filons de pegmatite très-riche en grenats ?

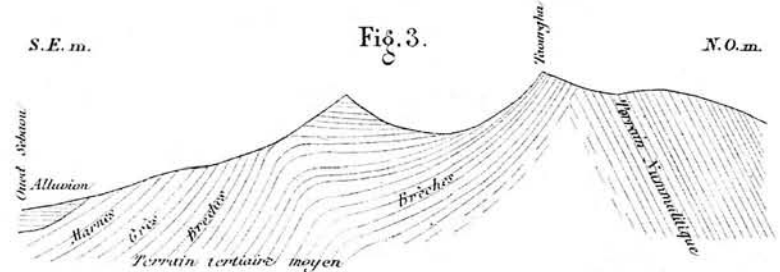
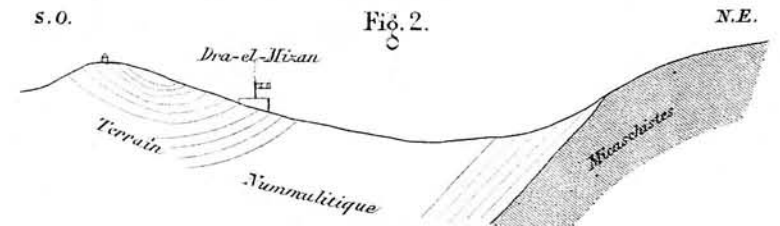
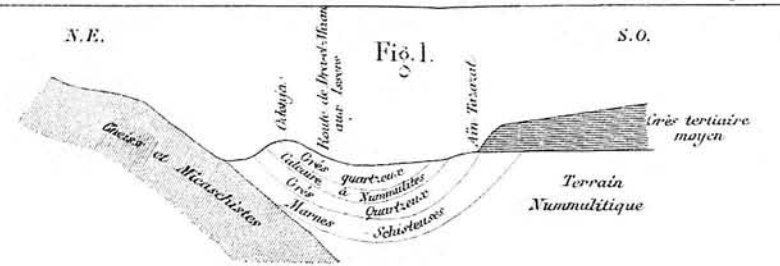
M. Scheerer et d'autres ont établi l'existence de pseudomorphoses d'amphibole, de pyroxène et de péridot en serpentine (*Ann. Phys. Pogg.* 1854, v. XCII, p. 287). Voilà ma thèse gagnée, au moins en petit.

Après quelques observations de MM. d'Archiac et Louis

M E R M É D I T E R R A N É E

ESSAI d'une CARTE GÉOLOGIQUE de la KABYLIE par M. VILLE

Ingénieur en chef des Mines



- q Terrains quaternaire.
- m id_ tertiaire moyen.
- n id nummulitique.
- y id cristallins.
- o id plutoniques.
- G.m. Gypse d'origine métamorphique.
- S.m. Source minérale.
- Ch. Indices de charbon minéral.
- A.p. Argile pyriteuse.
- Fe. Minerai de fer.
- P.b. id de plomb.
- M.n. id de manganèse.
- p.a.p. Puits artésien projeté.



Lartet sur le mélange des fossiles créacés avec les fossiles tertiaires, dans certains gisements de l'Allemagne et de la Styrie,

M. Delesse présente le travail suivant de M. Ville :

Études géologiques faites dans la Kabylie, par M. Ludovic Ville (Pl. III).

Notre collègue M. Péron a inséré dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, pages 627 et suivantes, tome XXIV, année 1867, une note intéressante sur la constitution géologique des montagnes de la grande Kabylie.

Nous avons fait nous-même sur ces terrains des études qui nous paraissent ajouter de nouveaux faits à ceux qui ont été exposés par M. Péron ; c'est ce qui nous a engagé à présenter notre travail à nos collègues de la Société géologique de France.

Le terrain que nous avons exploré est compris entre les limites suivantes (Pl. III) : au nord, la chaîne du Djebel Taourga, qui sépare les plaines du Sebaou de la mer ; à l'ouest, le méridien passant par l'embouchure de l'Oued Isser ; au sud, la chaîne du Djurjura ; à l'est, le cours de l'Oued Ameraoua (haut Sebaou).

Ce territoire comprend une étendue superficielle de 40 kilomètres de long sur 30 kilomètres de large ; il comprend les cercles de Tiziouzou, Dra-el-Mizan et la Kabylie proprement dite.

Nous avons observé dans le cours de nos explorations :

Des terrains cristallins, gneiss et micaschistes, associés à des calcaires saccharoïdes ;

id. créacés.

id. nummulitiques ;

id. tertiaires moyens (miocènes) ;

id. d'alluvions ;

id. ignés, granite, diorites, basaltes, pétrosilex.

Nous allons les décrire, autant que possible, dans l'ordre de leur énumération, et en marchant de l'ouest à l'est, et du sud au nord.

Terrains cristallins. — Les terrains cristallins (gneiss, micaschistes et calcaires) seront décrits en même temps que le

granite, qui les traverse en tous sens, sous forme de veines irrégulières, de gros filons et de grands amas ; ils forment trois massifs isolés les uns des autres : le 1^{er} s'étend de l'Oued Djema, affluent de la rive droite de l'Isser, au caravansérail d'Azib-Zamoun. Le 2^e est situé auprès de Tiziouzou, du côté nord. Le 3^e, qui est le plus important, comprend la Kabylie proprement dite.

Îlot de roches cristallines d'Azib-Zamoun. — Le 1^{er} îlot a 16 kilomètres de long, de l'O. S. O. à l'E. N. E., sur deux kilomètres de largeur moyenne ; il est entouré de tous côtés par les marnes du terrain tertiaire moyen et traversé de part en part par des ravins qui descendent du massif granitique des Flissas, pour aller se jeter dans l'Oued Isser. Sa crête s'élève à 327 mètres au-dessus du niveau de la mer, et elle s'abaisse de part et d'autre jusqu'au niveau des marnes tertiaires, qui recouvrent le pied de l'îlot.

La chaîne se compose principalement de granite à petits grains et à mica noir verdâtre. Cette roche a été exploitée en carrière auprès du caravansérail d'Azib-Zamoun, pour la construction de ce poste. Le granite sert aujourd'hui à l'empierrement de la route carrossable ; il n'a pas une grande dureté ; il est découpé par de nombreuses fissures, qui permettent de le débiter facilement en moellons et qui empêchent, par suite, d'y tailler de grandes pierres d'appareil.

À l'extrémité occidentale du massif, le granite est remplacé par une roche de nature trachytique, identique d'aspect avec celle qu'on trouve à la redoute de Kara-Mustapha, non loin du Fondouk ; ceci indique que l'éruption granitique est d'un âge assez récent. On trouve en plusieurs points cette association de granite et des roches trappéennes (dans la Kabylie proprement dite et au cap Matifou, près d'Alger).

Îlot de roches cristallines de Boukhalfa, aux environs de Tiziouzou. — L'îlot de roches cristallines de Boukhalfa, au nord de Tiziouzou, s'étend de l'O. S. O. à l'E. N. E. sur 12 kilomètres de long et 3 kilomètres de largeur moyenne. Il est coupé en travers par le cours de l'Oued Sebaou ; sa crête s'élève à 809 mètres au-dessus du niveau de la mer ; il est entouré de tous côtés par le terrain tertiaire moyen, dont les couches sont fortement redressées contre lui. Il est essentiellement formé de schiste satiné bleuâtre ou gris foncé et de micaschiste verdâtre, avec lentilles irrégulières de quartz blanc. On y trouve intercalées des couches de calcaire saccharoïde et micacé,

d'un blanc grisâtre, exploitées pour pierre à chaux sur les deux rives de l'Oued Sebaou. Ces couches présentent beaucoup de fissures naturelles, les unes parallèles à la stratification et les autres très-irrégulières; elles ont une épaisseur totale d'environ 30 mètres, à l'entrée des gorges de l'Oued Sebaou; elles sont dirigées N. 63° E.^m, et plongent au S. 27° E.^m de 45°, en sens inverse du cours de l'eau.

Rognons isolés de galène argentifère au milieu des calcaires de l'Oued Sebaou. — Dans l'exploitation qui se fait sur la rive gauche, on a trouvé au milieu des calcaires quelques rognons isolés de galène, renfermant 444 grammes d'argent pour 100 kilog. de plomb. Malheureusement ces rognons n'ont présenté aucune suite.

Ces calcaires pourraient être exploités comme marbre. Leurs couches s'infléchissent sur la cime de la montagne, de manière à présenter une pente inférieure à 45°. Les blocs qui ont roulé du haut de la crête alimentent un four à chaux.

Plus loin, les flancs de la vallée sont entaillés dans des amas considérables de granite à éléments blancs.

Le cours de l'Oued Sebaou est très-uni dans toute l'étendue des gorges; c'est une route très-fréquentée par les Arabes en temps ordinaire, et il serait facile d'y tracer une route carrossable.

Outre les amas granitiques dont nous venons de parler, on trouve encore des filons plus ou moins irréguliers de granite, formant des pics aigus et saillants au-dessus de la masse schisteuse. Ce granite se compose de feldspath blanc laiteux, de quartz vitreux ou laiteux, presque toujours blanc, quelquefois améthyste, et de mica blanc argentin en gros paquets hexagonaux de 2 centimètres de diamètre.

Massif de roches cristallines de la Kabylie proprement dite. — Le massif de roches cristallines de la Kabylie proprement dite s'étend de l'ouest à l'est, sur une longueur de 54 kilomètres, et, du nord au sud, sur une longueur moyenne de 16 kilomètres.

Il se compose essentiellement de gneiss et de micaschiste avec quelques couches intercalées de calcaire saccharoïde blanc, et il est traversé par des veines irrégulières, des filons et des amas de granite. C'est un pâté montagneux présentant d'affreuses et profondes déchirures, qui affectent des directions très-variées; cependant les principales marchent du S. S. E. au N. N. O. et le coupent dans toute sa largeur; ce sont l'Oued Boukhoudra et l'Oued Aïssi.

Les points culminants se trouvent aux extrémités ouest et est du massif. A l'ouest, on remarque, chez les Flissas, une ligne de faite qui marche de l'O. S. O. à l'E. N. E., et qui s'élève jusqu'à 892 mètres au-dessus du niveau de la mer. La même direction se trouve dans les crêtes plus basses qui aboutissent à la rive gauche de l'Oued Boukhdoura.

Au centre, chez les Maatka, il y a une ligne de faite qui marche du N. N. O. au S. S. E., et s'élève à la cote 698 mètres.

La même direction N. N. O. S. S. E. se montre sur les principales chaînes de la partie orientale de la Kabylie, et c'est de ce côté que se trouvent les crêtes les plus élevées. La hauteur augmente en marchant du nord au sud.

Ainsi l'on trouve : 1,005 mètres, à Haddaden, chez les Beni-Raten; — 1,078 mètres, à Aboudide, chez les Beni-Raten; — 1,271 mètres, au Sebt des Beni-Yahia; — 1,420 mètres, chez les Beni-Thouragh.

Ces altitudes considérables montrent que le climat de la Kabylie doit être froid en hiver et tempéré en été; elles sont moindres, du reste, que celles de la crête du Djurjura, qui limite la Kabylie au sud, et dont les altitudes varient de 1,730 mètres (col de Chellata) à 2,517 mètres (pic de Lalla Khedi-dja).

Au sud et à l'ouest du massif montagneux de la Kabylie, se trouve une vaste dépression occupée par la plaine ondulée de Dra-el-Mizan et la vallée de l'Oued Djema et dans laquelle on observe le terrain nummulitique et le terrain tertiaire moyen.

Au nord de la Kabylie s'étale la plaine ondulée de l'Oued Sebaou, couverte en grande partie par le terrain tertiaire moyen; à son extrémité S. E., le massif cristallin de la Kabylie se rattache au massif nummulitique du Djurjura par la petite croupe des Beni-Youcef, qui sépare les eaux de l'Oued Aïssi des eaux de l'Oued Ameraoua. On voit donc que, géologiquement et géographiquement, le massif cristallisé de la Kabylie forme un terrain à part, bien différent de ceux qui l'entourent.

Au point de vue minéralogique, la Kabylie s'est montrée jusqu'à ce jour assez pauvre; contrairement à nos prévisions, nous n'avons trouvé que des indices insignifiants de plomb, de cuivre et de fer.

Les Kabyles, qui travaillent le fer et l'acier et fabriquent de la fausse monnaie, achètent les matières premières sur nos marchés. Il est probable que, s'ils avaient des gîtes métallifères

sur leur territoire, ils auraient mieux aimé les traiter sur place, car ils sont fort industriels.

Voici quelques détails sur la constitution minéralogique de la Kabylie.

Chaîne de roches cristallines des Flissas. — La chaux qui a servi à bâtir le caravansérail d'Azib-Zamoun a été fabriquée avec du marbre blanc, qu'on trouve à 3 kilomètres S. E. du caravansérail, au pied de la chaîne granitique des Flissas.

Le calcaire est en couches dirigées N. 80° E.^m et plongeant au N. 10° O.^m de 80°. Il renferme du mica blanc argenté et du mica vert, du fer micacé, de la pyrite de fer en très-petits cristaux noirs à l'extérieur et d'un vert métallique à l'intérieur.

Cette assise calcaire a une puissance totale d'environ 100 mètres comptés perpendiculairement à la direction des couches; elle s'étend en longueur sur plus d'un kilomètre et pourrait être exploitée à ciel ouvert comme marbre, si l'on avait des débouchés pour les produits de cette exploitation. Elle est coupée par plusieurs ravins, dans le lit desquels on remarque des blocs de granite roulés de la cime de la montagne. Ces blocs, qui ont parfois un volume de plusieurs mètres cubes, sont très-durs, sans fissures, et pourraient être utilisés comme pierre monumentale, à cause de la beauté des cristaux de feldspath qu'ils renferment. Leur abondance dans le lit des ravins montre que les cimes principales des Flissas sont formées de granite, hypothèse qui paraît confirmée par les contours irréguliers des lignes de faite. Entre le granite en place qui constitue le centre de la chaîne et le calcaire cristallin qu'on trouve au pied, on remarque une roche très-friable, s'égrenant sous la pression des doigts, et formée d'une sorte de micaschiste désagrégé.

Le marbre et le micaschiste appartiennent sans doute à la même période géologique; ce sont des terrains stratifiés dont la texture a été modifiée par l'apparition au jour du granite.

Comme nous n'avons pas trouvé de fossiles dans ce terrain métamorphique, en aucun point de la Kabylie, nous ne pouvons rien dire de son âge géologique. On sait seulement qu'il est antérieur aux terrains nummulitique et tertiaire moyen, qui le recouvrent en stratification discordante.

Barrage naturel produit par des assises de calcaire cristallin dans un ravin des Flissas. — Le point où l'on a exploité le marbre comme pierre à chaux est situé sur la rive droite d'un ravin qui présente un phénomène géologique très-intéressant. Le ravin est

complètement barré par les couches calcaires, qui se continuent sans interruption d'un bord à l'autre en faisant une espèce de mur naturel de 20 mètres environ de hauteur sur 50 à 60 mètres d'épaisseur; à la partie inférieure de ce barrage se trouve, au milieu du calcaire, une galerie naturelle de 2 mètres de hauteur sur 3 à 4 mètres de large, qui donne un écoulement aux eaux de la vallée. Le sol de cette galerie est encombré de gros blocs granitiques qui ont été entraînés par les eaux et qui indiquent que la galerie avait, à l'origine, une hauteur supérieure à 2 mètres. Si l'on obstruait l'entrée de la galerie, on produirait en arrière un réservoir d'eau qui aurait 20 mètres de profondeur et dont le trop-plein s'écoulerait alors par-dessus le barrage naturel dont il vient d'être question. Il paraît probable que la crête de ce barrage formait jadis le seuil de la vallée, à son débouché dans la plaine. Voici comment on peut supposer que le barrage s'est produit naturellement: les couches de marnes plongent au nord presque verticalement; elles reposent, en amont, sur du micaschiste très-friable, qui donne aux eaux d'infiltration un passage très-facile; le micaschiste qui existait autrefois sous le barrage devait donc se laisser pénétrer par les eaux d'infiltration. Ces eaux, en arrivant sur le front du barrage calcaire, rencontraient sans doute une fissure naturelle qui existait dans la direction de la galerie actuelle, et s'échappaient au dehors par cette fissure. Les eaux d'infiltration ont la propriété de dissoudre le carbonate de chaux. Cette dissolution se fait parfois sur une très-grande échelle, ainsi que le démontrent les grands dépôts de travertin si nombreux en Algérie. La fente existant dans le marbre a donc pu s'agrandir à la suite des siècles, par un phénomène de dissolution chimique; et, lorsque la section est devenue assez grande, les eaux de pluie y ont entraîné du micaschiste désagrégé.

On comprend dès lors que le lit de la vallée, en amont du barrage, ait pu se creuser jusqu'au niveau de cette fente d'écoulement dont les dimensions s'agrandissent continuellement, et par la solubilité de la roche encaissante, et par le frottement des débris entraînés du dehors; cette fente s'est ainsi transformée, à la suite des siècles, en une galerie de 4 mètres de large, dont le sol est encombré aujourd'hui par de nombreux blocs de granite roulés du haut de la montagne.

Nous avons trouvé dans le ravin, en amont du barrage, un bloc roulé de couleur noire ayant 0^m 40 de long sur 0^m 20 de

large; l'intérieur de ce bloc était d'un rose pâle; la partie rose est un silicate de manganèse ayant à peu près la même composition et la même densité que le silicate rose d'Alger analysé par M. Ebelmen. Il a pour formule $2 SiO_3, 3 (MnO, MgO, CaO, FeO)$. Il se présente en masse compacte, subcristalline. La partie noire qui l'entoure a pour densité 3,201; elle s'attaque facilement par les acides, en dégageant du chlore; une partie reste insoluble et colorée en rose.

Le même phénomène a lieu pour le silicate rose d'Alger; il est entouré d'une partie noire qui a pour densité 3,920. La partie noire présente les compositions suivantes pour les minerais d'Azib-Zamoun et d'Alger:

DÉSIGNATION DES SUBSTANCES.	PARTIE NOIRE QUI ENTOURE LE	
	silicate d'Azib-Zamoun	silicate de la Bouzareah
Eau.	0.140	0.1014
Oxygène en excès.		8 0894
Protoxyde de manganèse.	0.335	0.4300
Chaux.	0.019	0.0132
Magnésie.	0.037	»
Peroxyde de fer.	0.033	0.0660
Résidu insoluble. { Silice gélatineuse.	»	0.0240
{ Silicate rose.	0.440	0.2720
TOTAL.	1.004	0.9960
Auteurs.	VATONNE.	EBELMEN.

La partie noire d'Azib-Zamoun diffère de la partie noire de la Bouzareah en ce qu'elle renferme une bien plus grande quantité de silicate rose non décomposé.

Dans la décomposition du silicate rose d'Azib-Zamoun, la silice combinée a été à peu près complètement enlevée, car les 0,44 de silicate rose non décomposé contiennent 50 pour 100 de silice gélatineuse. La magnésie a été enlevée en grande partie; le fer et le manganèse sont restés à l'état de peroxydes hydratés.

Le ravin barré des Flissas va se jeter, à peu de distance de là, dans l'Oued Schendel, qui roule assez d'eau pour faire marcher un moulin arabe.

A l'extrémité N. E. de la chaîne des Flissas, auprès de la rive gauche de l'Oued Boukh दौरa, le granite peut être observé

en place. Il forme un massif à contours arrondis sans stratification apparente. Il renferme du quartz blanc laiteux, amorphe, du feldspath blanc et du mica blanc argentin; ce dernier se présente en paquets aplatis de 0^m,010 d'épaisseur; le granite supporte des couches de grès tertiaire bleuâtre, micacé, plongeant au S. 60° E.^m de 25°.

Le calcaire saccharoïde s'observe de nouveau au pied du revers nord du massif kabylien, dans le ravin de Bouhinoun, à 4 kilom. sud de Tiziouzou. Il est exploité comme pierre à chaux pour les besoins de ce poste. Il se présente en couches verticales dirigées N. 95° E.^m et enclavées dans du mica-schiste; tantôt il est blanc ou bleu clair, et donne par la cuisson de la chaux blanche; tantôt il est jaune et donne de la chaux violette. Une troisième variété de calcaire est colorée en noir, sans doute par du manganèse, et donne de la chaux de la même couleur; dans tous les cas, la chaux est grasse et de bonne qualité. Un échantillon de calcaire blanc a présenté la composition suivante :

Résidu insoluble dans les acides.	Carbonate de chaux.	Carbonate de magnésie.	Phosphate terreux.	Eau, matières organiques, perte.	TOTAL :
0.0320	0.9030	0.0620	Traces.	0.0030	1.0000

Auteur : SIMON, garde-mines.

Le ravin de Bouhinoun roule environ 10 litres d'eau par seconde. Cette eau, qui est de bonne qualité, fait marcher un moulin arabe à turbine.

Nous avons coupé le pays des Maatka en nous rendant de Tiziouzou à Dra-el-Mizan. A partir du village de Betrouna, l'on marche presque constamment sur du gneiss à mica verdâtre, au milieu duquel apparaissent quelques pointements de granite à larges paillettes de mica blanc. A 500 mètres nord du Souk-el-Khamis (673 mètres), le sentier coupe une veine d'hydroxyde de fer qui affleure sur 4 mètres de long et 0^m30 d'épaisseur dans du micaschiste d'un gris clair. Le granite des environs du fort Napoléon a été exploité comme pierre de taille et moellon pour la construction du fort.

La chaux est fournie par des couches de calcaire saccharoïde

enclavées dans le micaschiste, à peu de distance du fort, dans le ravin qui coule au pied de ce dernier vers le nord. Ce calcaire renferme des cristaux de pyrite de fer gros comme une tête d'épingle et de petites lamelles de mica blanc verdâtre; on y observe des espèces de lits indiqués par une substance métallique bleuâtre, qui est probablement du fer oligiste micacé. A mesure qu'on approche du cœur de la masse calcaire, celle-ci devient plus blanche, plus homogène, et forme un marbre blanc à facettes de 1 à 3 millimètres de diamètre; elle pourra fournir de belles pierres de taille pour le fort.

La direction générale de la masse est orientée N. 100° E.^m avec un prolongement au S.^m Le marbre du fort Napoléon est remarquable en ce qu'il répand une odeur fétide quand on le casse, alors même qu'il est blanc. Un échantillon de cette couleur a présenté la composition suivante :

Résidu argileux insoluble dans les acides.	Carbonate de chaux.	Carbonate de magnésie.	Phosphate terreux.	Eau, matières organiques, perte.	TOTAL :
0.0420	0.9300	0.0242	Traces.	0.0038	1.0000

Auteur : SIMON, garde-mines.

Il donne, par la cuisson, de la chaux grasse de bonne qualité; il diffère du calcaire cristallin de Bouhinoun, auprès de Tiziouzou, en ce qu'il renferme un peu moins de carbonate de magnésie.

Beni Jenni. — Les Beni Jenni occupent, entre l'Oued Djema, à l'est, et l'Oued Aissi à l'ouest, un éperon d'un accès excessivement difficile.

Les crêtes de roches cristallines s'abaissent, à partir des Beni Jenni jusqu'au pied du massif calcaire du Djurjura; et, comme l'origine des vallées se relève, les ravins deviennent moins encaissés à mesure qu'on se rapproche du Djurjura, et le pays est d'un abord relativement plus facile.

Sur le revers S. O. de la montagne des Beni Jenni, à proximité de leur quatrième village (Taourirt-el-Hadjadj), le sol se compose généralement d'une couche plus ou moins épaisse de terre végétale de couleur fauve, venant de la décomposition du micaschiste et du gneiss, qui parfois donnent lieu à des poin-

tements de roches plus dures. Sous le village, on remarque un escarpement formé par une roche verdâtre tachée de blanc, friable et paraissant de nature éruptive; elle interrompt brusquement les assises de micaschiste gris noirâtre, et des suintements se montrent le long de la zone de séparation de ces roches. A proximité, l'on trouve un gîte de minerai de fer qui occupe une superficie de 400 mètres de long sur 50 mètres de large.

Gîte d'hydroxyde de fer des Beni-Jenni. — L'hydroxyde de fer sert de gangue à une brèche formée de débris de micaschiste, et parfois il constitue un véritable minerai assez riche et à tissu caverneux. Il paraît être un dépôt de source ferrugineuse qui se serait répandue à la surface du sol. Voici l'analyse de quatre échantillons de choix :

NOMS DES SUBSTANCES.	1	2	3	4
	gr.	gr.	gr.	gr.
Peroxyde de fer.	0.7800	0.7350	0.8080	0.6060
Carbonate de fer.	»	0.0072	0.0072	0.0029
— de chaux.	0.0090	0.0060	0.0140	0.0130
— de magnésie.	0.0118	0.0074	0.0059	0.0151
Argile.	0.0620	0.0810	0.0320	0.2080
Eau.	0.1352	0.1630	0.1311	0.1534
Perte.	0.0050	0.0004	0.0018	0.0016
TOTAUX.	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Fer métallique.	0.546	0.517	0.569	0.426
Auteur.	DE MARIGNY.			

L'échantillon n° 3 contient probablement une petite quantité de peroxyde de fer anhydre. Les autres échantillons ne contiennent que de l'hydrate de fer.

Micaschiste graphitique de Taourirt-el-Hadjadj.—A 200 mètres plus loin, le micaschiste prend une couleur noire très-prononcée, qu'il conserve suivant une bande de 100 mètres de large et une hauteur d'environ 300 de haut en bas de la montagne. Il doit cette couleur à une certaine proportion de graphite qui varie de 2 à 2, 20 p. 100. C'est une ressemblance de plus entre les roches cristallines de la Kabylie et celles de la Bouzareah, aux environs d'Alger.

Une route muletière tracée par l'armée française descend des

villages des Beni Jenni dans la vallée de l'Oued Aïssi, en serpentant sur le flanc occidental de la croupe des Beni Jenni; elle recoupe sur une étendue d'environ 200 mètres une série de couches régulières de gneiss, dirigées N. 133° E.^m, et plongeant au S. 45° O.^m de 45°; la roche est très-dure; elle se compose de quartz vitreux blanc, de feldspath blanc laiteux, et de mica en très-petites paillettes, tantôt blanc argentin et tantôt noir. On y voit quelques faisceaux de tourmaline noire. Le quartz et le feldspath sont cristallisés confusément. Le gneiss est coupé par des veines de quartz blanc hyalin de 0^m,02 à 0^m,20 d'épaisseur, sur 3 à 4 mètres de longueur, qui ne sont pas parallèles à la stratification des couches; en certains points, il se décompose facilement sous l'action des agents atmosphériques et se colore en rouge par de l'oxyde de fer.

Beni Menguillet. — La croupe montagneuse des Beni Menguillet est située à l'est de celle des Beni Jenni; elle en est séparée par le cours de l'Oued Djema. Sur la rive gauche de cette rivière, nous avons observé successivement les allures suivantes dans les couches du micaschiste :

1° D. N. 47° E.^m, plong. S. 43° E.^m de 45°;

2° D. N. 115° E.^m, plong. S. 25° O.^m de 35°.

Chez les Beni Menguillet, on retrouve du micaschiste bleuâtre ou gris jaunâtre. Le pays offre, dans ses accidents généraux, le même aspect que ceux que nous avons déjà décrits.

Galène auprès du village de Taourirt-el-Kelba. — Nous avons découvert un petit affleurement de galène à 15 ou 20 mètres en contre-bas du village de Taourirt-el-Kelba, dans un chemin creux qui aboutit à l'extrémité S. O. du village, et à 200 mètres de distance de cette extrémité. L'affleurement se compose d'une veine de quartz blanc de 3 mètres de long sur 0^m,30 d'épaisseur maximum, étranglée aux deux bouts et présentant des nodules isolés de galène à petites facettes, avec des mouches de blende et de pyrite de cuivre et de fer. Il est enclavé dans des schistes micacés bleuâtres. Nous avons fait déblayer la tête du gîte sur 6 mètres de long; nous n'avons retiré de la fouille que quelques nodules de galène de 4 à 5 centimètres de long sur 1 à 2 centimètres d'épaisseur. La veine métallifère est très-pauvre et semblable à ces nombreuses petites veines de quartz qui courent capricieusement au milieu des micaschistes.

Filon de fer oxydulé et sulfate de baryte auprès de la Djema-Sidi-Saïd. — Auprès de la mosquée de Sidi-Saïd, nous avons observé un gîte de fer oxydulé en petits grains noirâtres, gros comme

une tête d'épingle, disséminés dans une gangue de sulfate de baryte blanc; ce gîte forme une série de lentilles enclavées dans le micaschiste, parallèlement à la stratification de ce dernier. Elles sont dirigées N. 75° E.^m, et plongent au S. 15° de 30°; leur épaisseur varie de 0^m,60 à 0^m,90. Leur longueur s'élève dans l'une d'elles à 15 mètres; elles forment, à la surface du sol, une série de petites crêtes de 1 à 2 mètres de haut. Le fer oxydulé est beaucoup moins abondant que le sulfate de baryte; le minerai se présente comme une roche blanche piquetée de noir; il est trop pauvre et de trop mauvaise qualité, par suite de la présence du sulfate de baryte, pour être l'objet d'une exploitation quelconque.

Les indices métallifères que nous venons de signaler montrent qu'un explorateur plus heureux que nous découvrira peut-être un jour en Kabylie des gîtes métallifères de quelque importance.

La croupe des Beni Menguillet fait suite à celle des Beni Raten. Depuis la conquête, une belle route muletière suivant la ligne de crête a relié les principaux villages de ces tribus; elle a coupé de nombreux îlots de granite à petits grains qui surgissent à travers le micaschiste; ce granite est sillonné par de petites veines ferrugineuses qui lui donnent un aspect réticulé.

Beni Yahia. — La croupe des Beni Yahia est formée de micaschiste, comme les autres. Le point le plus remarquable est le mamelon de Souk-el-Sept, dont le sommet s'élève à la cote d'environ 1,300 mètres et forme un excellent observatoire géologique d'où l'œil peut suivre les limites extrêmes des terrains cristallins de la partie orientale de la Kabylie. Un marché très-fréquenté par les Kabyles se tient sur le Sept des Beni Yahia. Autour, le terrain est complètement dénudé et très-pauvre en eau; il est formé de micaschiste bleuâtre, avec grosses et courtes lentilles de quartz blanc vitreux.

Beni-bou-Youcef. — Chez les Beni-bou-Youcef, le micaschiste présente des taches noires qui paraissent dues à de l'oxyde noir de manganèse.

Beni Thouragh. — La crête des Beni Thouragh est également formée de micaschiste; elle s'élève à la cote de 1,426 mètres. Elle est tout à fait dénudée et très-pauvre; l'on y trouve les ruines de l'ancien village de Tamesguida.

Calcaire saccharoïde sur les bords de l'Oued-Takelsi. — Près des bords de l'Oued-Takelsi, le micaschiste est remplacé par du

gneiss où tous les éléments sont blancs. On y trouve des lentilles de calcaire saccharoïde grisâtre, contenant des enduits de mica noir verdâtre et coupé par de petites veines de carbonate de chaux blanc cristallin ; cette roche est identique avec celle qu'on emploie pour les constructions des jetées d'Alger et qui vient des terrains cristallins de la Bouzareah.

Illilten. — Sur la rive droite de l'Oued Takelsi s'élève le contre-fort des Illilten, dont la crête supérieure monte à peu près à la cote de Tamesguida (1,426 mètres). Ce contre-fort se relie directement au massif du Djurjura par son extrémité méridionale.

Le pays des Illilten est essentiellement formé de micaschiste bleuâtre ; sur la crête, on y remarque enclavé du calcaire cristallin bleuâtre, identique avec celui des Beni Thouragh ; mais, en s'élevant le long de cette crête pour se rapprocher du Djurjura, on passe subitement dans un terrain d'un âge beaucoup plus récent et que nous décrirons plus loin.

Le pays des Illilten et la partie inférieure du pays des Illoula ou Malou limitent la partie orientale des terrains cristallins de la Kabylie.

En définitive, le massif de roches cristallines de la Kabylie a présenté une grande homogénéité de composition minéralogique ; il est formé principalement de strates de gneiss et de micaschiste englobant quelques lentilles de calcaire saccharoïde et traversés par des filons et des amas irréguliers de granite, tantôt à petits grains et à mica noir, tantôt à gros cristaux blancs de quartz, feldspath et mica. Il s'est montré jusqu'à ce jour très-pauvre en gîtes minéraux.

Chaîne du Djurjura. — Le Djurjura fait partie d'un système de montagnes qui comprend trois chaînes principales, affectant des directions différentes et bien déterminées.

Une première chaîne à l'est se dirige du N. E. au S. O., entre le cap Sigli et le col de Tirouda, sur une longueur d'environ 50 kilomètres. La chaîne centrale qui porte le nom de Djurjura est dirigée à peu près de l'E. à l'O., et s'étend du col de Tirourda au Djebel-Nador, sur une longueur d'environ 44 kilomètres.

La chaîne occidentale se dirige du S. E. au N. O., entre le Djebel-Nador et Djezair-Kaddera, sur le rivage de la mer, et occupe une longueur d'environ 50 kilomètres.

La chaîne centrale du Djurjura est la plus élevée de toutes. Sa crête dentelée est presque complètement dépourvue de végéta-

tion. Elle se couvre de neige pendant tout l'hiver et présente plusieurs pics élancés, désignés dans le pays sous le nom de *Tangout*. Le pic culminant est celui de Lalla Khedidja, qui se trouve à 2,517 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Les observations que nous avons faites sur la chaîne du Djurjura sont encore fort restreintes, et nous ne les donnons ici qu'à titre de renseignement.

Col de Tirourda. — Au col de Tirourda, dont l'occupation a terminé la conquête de la Kabylie, la chaîne du Djurjura présente une succession de couches de calcaire et de poudingue dirigées N. 73° E.^m, et plongeant au N. 17° O.^m, sous un angle variable de 50 à 80°; les calcaires ont une couleur gris clair à l'intérieur et, de loin, paraissent presque blancs; à l'intérieur, ils sont gris foncé, à texture compacte subcristalline et à cassure esquilleuse; on voit, dans la masse, des nids isolés de carbonate de chaux blanc saccharoïde.

Les calcaires produisent les hautes aiguilles rocheuses du Djurjura; ils se présentent en couches de 0^m,10 à 1 mètre d'épaisseur et forment des assises de 50 à 60 mètres de puissance, séparées les unes des autres par de grandes assises de poudingues. Ceux-ci se composent essentiellement de débris de quartz de diverses couleurs (blanc laiteux, noir, bistré, grisâtre, rougeâtre), gros, au plus, comme un œuf de pigeon. Ces débris sont tantôt à angles vifs, tantôt à angles arrondis. On y voit quelques petites paillettes de mica, mais pas de fragments de micaschiste. Le ciment est argilo-ferrugineux, de couleur généralement rouge foncé, ce qui permet de reconnaître de loin la présence de ces poudingues. Sur quelques blocs on remarque des miroirs polis, semblables à ceux qu'on trouve dans les filons métallifères. Parfois le poudingue passe au grès à grains fins par la diminution des galets de quartz. Ce grès est tantôt rouge, tantôt gris blanchâtre; quelquefois il est essentiellement marneux et passe à l'état de marnes schisteuses grises micacées.

Gypse sur le col de Tirourda. — Nous n'avons rencontré de fossiles dans aucune des roches du col de Tirourda. On a signalé du plâtre sur ce col, et on l'exploite pour les besoins du fort Napoléon.

Au col de Tirourda, les poudingues et grès rouges forment une bande à peu près continue au pied du revers nord du Djurjura, et leurs couches plongent très-fortement au nord vrai.

Pic de Lalla-Khedidja. — Le pic de Lalla-Khedidja est formé de calcaire subsaccharoïde gris clair et blanc. On trouve de nombreux cailloux roulés qui en proviennent dans les lits de l'Oued-Djema et de l'Oued-Aïssi. Ces galets sont mélangés à des blocs roulés de diorite verte, indiquant que sur la chaîne du Djurjura il y a des roches ignées.

Tamgout des Beni Koufi. — De Dra-el-Mizan, nous avons fait l'ascension du Tamgout des Beni Koufi, qui se trouve à la cote 2,066 mètres. Ce pic forme l'extrémité occidentale de la chaîne rocheuse proprement dite du Djurjura; il se compose essentiellement de calcaire gris clair, compacte ou semi-cristallin, dans lequel il est difficile d'observer une stratification quelconque.

Diorite sur le Tamgout. — Nous avons trouvé sur le flanc de la montagne un débris de diorite, de 0^m,40 de diamètre; mais nous n'avons pas observé cette roche ignée en place.

Bélemnite au pied du revers occidental du Tamgout. — Au pied du revers occidental du Tamgout, il y a du calcaire compacte bleuâtre, bien stratifié, dans lequel nous avons vu un rostre de Bélemnite. L'aspect physique de ce calcaire bleu, rapproché de la présence de ce fossile, tend à faire admettre dans le massif du Djurjura l'existence du terrain crétacé; mais la masse principale de la montagne est formée par un calcaire d'un aspect différent, et que nous pensons appartenir au terrain nummulitique. En effet, le Tamgout des Beni-Koufi forme une espèce de coin engagé du côté ouest, au milieu d'une assise très-épaisse de poudingues du terrain tertiaire moyen, contenant de nombreux cailloux roulés de calcaire pétri de Nummulites. L'un de ces débris de calcaire nummulitique, dont le volume atteint 1 mètre cube, est à arêtes vives, et présente la même texture et le même aspect que le calcaire gris clair que l'on trouve au sommet du Tamgout.

Une exploration plus complète du Djurjura permettra sans nul doute d'y recueillir des fossiles en place et de fixer, d'une manière définitive, l'âge des divers terrains qui composent cette chaîne de montagnes.

Terrain nummulitique des environs de Dra-el-Mizan. — Le terrain nummulitique, caractérisé par un cachet tout particulier des roches qui le composent et par la présence de Nummulites en place, affleure en plusieurs points aux environs de Dra-el-Mizan. Au sud du massif des roches cristallines de la Kabylie, on en trouve une bande de 1,000 à 1,500 mètres de large,

que nous avons suivie sur 18 kilomètres de long, depuis l'Oued Boghni, à l'est, jusqu'au col d'Odenja, à l'ouest. Il se compose d'alternances de calcaire schisteux brun jaunâtre, blanc grisâtre ou verdâtre, à tissu compacte, de marnes bleues ou violettes très-dures, se délitant en petits fragments à angles vifs, et de grès quartzeux gris clair ou blanc jaunâtre à grains fins. A la descente de la route de Maatka, dans la plaine de Dra-el-Mizan, les marnes schisteuses dominent et les calcaires n'y forment que des lentilles subordonnées. Leurs couches plongent au S.^m de 30°; elles sont recouvertes, dans le milieu de la plaine, par 4 mètres d'épaisseur d'alluvions argileuses, contenant de nombreux débris des terrains nummulitique et tertiaire moyen. Plus à l'ouest se trouvent les trois cornes d'Hadjar-bou-el-Haya, composées de roches de grès quartzeux où la stratification est indistincte; mais plus loin, au col d'Odenja, celle-ci devient régulière.

Nummulites en place dans le calcaire auprès du col d'Odenja. — Les grès quartzeux blanc jaunâtre, à grains fins, forment une longue suite de crêtes dirigées N. 165° E.^m, et dont les strates plongent au S. 75° O.^m de 45°. On y trouve intercalées des couches de calcaire compacte de 0^m,50 d'épaisseur, contenant de petites Nummulites. Ces couches plongent sous la route carrossable de Dra-el-Mizan aux Issers, et se relèvent du côté opposé, où elles sont recouvertes en stratification discordante par des grès jaunâtres du terrain tertiaire moyen, caractérisé par la présence d'un *Schizaster*.

La coupe (fig. 1, Pl. III) menée N. E. S. O. indique la situation relative des terrains de gneiss et de micaschiste de la Kabylie, nummulitique et tertiaire moyen des environs de Dra-el-Mizan.

Calcaire à Nummulites sur le col de Mahallet-Ramdan. — On trouve un îlot de calcaire avec Nummulites sur la crête même du Djurjura. Il est situé entre le Tamgout des Beni Koufi et le Djebel-Nador, sur le col de Mahallet-Ramdan, que traverse le sentier qui mène de Dra-el-Mizan à Aumale. Ce calcaire est en couches dirigées E. O.^m, et plonge N.^m de 25°; il est gris, cristallin en dedans, et identique avec certains échantillons disséminés au milieu des argiles diluviennes de Dra-el-Mizan.

A 300 mètres E. de Dra-el-Mizan, une carrière est ouverte sur des couches de calcaire gris verdâtre, un peu schisteux, de 0^m,30 à 0^m,50 d'épaisseur, alternant avec des assises minces de marnes vertes et rouges, comme dans la carrière de grès num-

mulitique de Ferouka, aux environs de Blidah. Les couches de calcaire de la carrière de Dra-el-Mizan sont dirigées N. 125° E.^m, et plongent au S. 85° O.^m de 45° . Elles forment, au milieu des marnes diluviennes, un petit îlot que nous classons dans le terrain nummulitique, d'après ses caractères minéralogiques. Un autre îlot semblable fournit la pierre à chaux grasse de Dra-el-Mizan.

Au S. O. de Dra-el-Mizan, vers les sources minérales de l'Oued-Edjeleta, on trouve, sur la rive droite de l'Oued-Djema, une bande de 2 kilomètres de largeur moyenne, composée de couches de calcaire jaunâtre avec petits grains de quartz blanc, dirigées N. 100° E.^m et plongeant d'abord S. 10° O.^m, presque verticalement. Plus bas, les couches s'infléchissent, et le plongement passe au N.^m, sous un angle de 10 à 15° . Elles passent parfois à l'état de grès quartzeux, et nous les rangeons provisoirement dans le terrain nummulitique, bien que nous n'y ayons pas trouvé de fossiles. Elles diffèrent par leur aspect extérieur des grès jaunâtres tertiaires au milieu desquels elles affleurent.

Couches nummulitiques de la rive gauche de l'Oued-Edjeleta. — Les mêmes couches de grès et calcaires, que nous supposons nummulitiques, se représentent sur la rive gauche de l'Oued-Edjeleta, affluent de l'Oued-Soufflat.

Gîte de plâtre des Harchaoua. — Il y a un gîte de plâtre chez les Harchaoua, à 3 kilomètres O. S. O. des sources gazeuses des bords de l'Oued-Edjeleta. Il est enclavé dans des marnes grises ou noires, à cassure conchoïdale, qui renferment des lentilles très-restreintes de calcaire gris noirâtre très-dur. Ces marnes sont coupées par des veines irrégulières de carbonate de chaux blanc, spathique, cristallisé parfois en gros rhomboédres de 2 centimètres; elles sont recouvertes d'efflorescences blanches, où le goût décèle la présence du sulfate de magnésic.

Le gîte de plâtre se trouve au fond d'un cirque de 300 mètres de diamètre environ. Le gypse y sert de gangue à une brèche à fragments anguleux de calcaire siliceux noir, et il présente quelques pointes saillantes de 1 mètre de hauteur, dans lesquelles il est pur et de couleur blanche. Le sol de l'entonnoir gypseux est parsemé d'effondrements coniques qui résultent sans doute d'une dissolution souterraine du gypse faite par les eaux d'infiltration.

Nous ne pouvons rien dire sur l'âge des marnes noires qui

encaissent la brèche gypseuse des Harchaoua. Il peut se faire qu'elles appartiennent au terrain nummulitique ; mais de nouvelles études sont nécessaires pour résoudre cette question.

Voici la composition de deux échantillons de calcaire nummulitique de Dra-el-Mizan :

DÉSIGNATION DES SUBSTANCES.	Calcaire blanc.	Calcaire jaune verdâtre.
	n° 1.	n° 2.
	gr.	gr.
Sable et résidu argileux insoluble dans les acides faibles.	0.0150	0.4282
Carbonate de chaux.	0.9580	0.5000
— de magnésie.	0.0252	0.0424
— de fer.	"	0.0145
Eau, perte.	0.0018	0.0149
TOTAUX.	1.0000	1.0000
Auteurs.	SIMON.	DE MARIGNY.

Le calcaire n° 1 est très-pur ; il doit donner de la chaux grasse par la cuisson. Le calcaire n° 2 est très-impur ; c'est de la marne plutôt que du calcaire.

Terrain tertiaire moyen. — Le terrain tertiaire moyen présente un développement considérable à l'extrémité ouest du Djurjura, au pied du Tamgout des Beni Koufi. Il y forme une série de bancs épais de poudingues, dirigés N. 125° E.^m, et plongeant en général au N. 35° E.^m, sous un angle variable de 60 à 85° ; le poudingue tertiaire se compose essentiellement de galets de calcaire gris clair, semblable à celui que nous avons vu en place sur le Tamgout des Beni Koufi. Plusieurs de ces galets sont pétris de *grandes Nummulites*, ce qui indique clairement que le poudingue est d'un âge postérieur à la période nummulitique ; on trouve aussi, parmi les galets, des débris de quartz, de micaschiste, de grès quartzeux rougeâtre et de calcaire compacte schisteux gris, sans fossiles ; mais les galets de calcaire à *Nummulites* sont les plus répandus ; leur volume est parfois considérable et atteint 1 mètre cube ; leurs angles sont le plus souvent arrondis, mais on en voit aussi à angles vifs au pied du Tamgout, ce qui dénote que l'origine de la roche d'où proviennent ces galets nummulitiques n'est pas bien éloignée. Chez les

Beni Koufi, le poudingue tertiaire moyen a une épaisseur de 3 à 400 mètres; il forme un revêtement assez régulier au pied du massif nummulitique du Djurjura. En descendant vers le nord, il fait place à une assise de grès grisâtre plus puissante encore; les roches tertiaires n'ont plus alors un pendage aussi régulier et présentent diverses ondulations. Elles se poursuivent sans interruption à l'ouest jusque dans la vallée de l'Isser, en constituant la chaîne de montagnes qui limite au sud la plaine ondulée de Dra-el-Mizan. La ligne de faite qui en résulte est dirigée du S. E. au N. O., et sa hauteur varie de 1,273 mètres (Djebel-Nador) à 635 mètres, au sud du poste de Dra-el-Mizan.

La chaîne de montagnes contre laquelle est adossé Dra-el-Mizan se compose d'une série de couches de grès, de brèches et de poudingues; le grès est quartzeux, jaunâtre, assez friable; la brèche est à petits fragments de quartz bleu et de micaschiste bleuâtre. Quant au poudingue, il se compose principalement de galets arrondis de calcaire à Nummulites dont le volume atteint 1 mètre cube.

Les couches sont dirigées N. 170° E.^m, et plongent d'abord au S. 80° O.^m de 35°; mais, en s'élevant vers le S. O., elles s'infléchissent, ainsi que l'indique la coupe (fig. 2, Pl. III).

A 8 kilomètres N. O. de Dra-el-Mizan, sur le côté sud de la route, les grès tertiaires sont très-développés. Ils sont formés de petits grains de quartz agglutinés par un ciment calcaire jaunâtre. On y trouve des paillettes de mica et parfois aussi de nombreux débris de quartz blanc, de gneiss, de micaschiste brunâtre, qui lui donnent l'aspect d'une brèche. Il est friable, et les détritiques qui en proviennent ont un goût salé très-prononcé; ses couches sont dirigées N. 52° E.^m et plongent, au S. 38° E., de 15°. Elles renferment de nombreux débris de Scutelles et d'oursins, parmi lesquels on observe un *Schizaster* caractéristique du terrain tertiaire moyen. Ces grès tertiaires montrent, en face du col d'Odenja, un escarpement vertical au pied duquel surgit la source d'Aïn-Tezazat.

Entre la source Aïn-Tezazat et le col d'Odenja, les caractères stratigraphiques et paléontologiques concordent ici pour qu'on distingue ces terrains l'un de l'autre.

A 14 kilomètres N. O. de Dra-el-Mizan, sur la rive droite de l'Oued-Tamdiret, affluent de l'Oued-Djema, on trouve des alternances de marnes ferrugineuses rougeâtres et de grès siliceux grisâtres, contenant quelques gros galets de quartz, de gneiss et

de micaschiste qui les font passer parfois à l'état de poudingue.

Ostrea crassissima sur la rive droite de l'Oued-Tamdiret. — Ces grès contiennent en place l'*Ostrea crassissima*, caractéristique du terrain tertiaire moyen. Les couches plongent au N.^m et s'appuient, à l'E., contre le massif des roches cristallines de la Kabylie. A partir de l'Oued-Tamdiret, nous avons suivi le contact immédiat de ce massif et du terrain tertiaire moyen jusqu'au pied de la crête des Beni-Raten, sur une étendue de 4 kilomètres. Ce contact se fait par des couches de grès argileux passant parfois au poudingue, et s'enfonçant en stratification concordante sous des marnes grises, à mesure qu'on s'éloigne du massif kabylien, en marchant au nord. Au pied de la crête des Flissas, à 3 kilomètres S. E. du caravansérail d'Azib-Zamoun, les grès tertiaires sont sableux, gris blanchâtre. Leurs couches sont dirigées N. 70° E.^m et plongent, au N. 20° O.^m, de 14°. Elles renferment de petites Dentales, des *Clypeaster scutellatus*, des Peignes et des moules indéterminables de bivalves. Elles reposent en stratification discordante sur les couches de calcaire cristallin traversées par la galerie naturelle dont il a été question plus haut. Près de la rive gauche de l'Oued-Boukh दौरa, le massif granitique des Flissas est recouvert par des couches de grès bleuâtre, micacé, contenant quelques petits fragments de micaschiste, et dirigées N. 30° E.^m, avec un plongement au S. 60° E.^m, de 25°.

Sur la route de Tiziouzou à Dra-el-Mizan, les grès tertiaires remontent jusqu'au village kabyle de Betrouna, à partir duquel ils font place aux roches cristallines. Dans la gorge de Bouhinnoun, à 4 kilomètres sud de Tiziouzou, les grès tertiaires plongent fortement au nord et se redressent presque verticalement contre les calcaires cristallins de la Kabylie. Ils sont quartzeux, à grains fins, et contiennent quelques débris de quartz blanc et de micaschiste. Enfin, à l'entrée du massif kabylien, par la route du fort Napoléon, celle-ci coupe une série de couches de grès marneux jaunâtres, généralement tendres. Quelquefois ces grès sont assez durs et sont alors bleus à l'intérieur. On y remarque quelques gros galets de quartz blanc et de petits fragments de micaschiste, ce qui les transforme alors en poudingue. Nous y avons trouvé un *Pecten*. Les couches plongent de 45° au N. E.^m.

On voit par ce qui précède que, sur tout le revers nord du massif de la Kabylie, les couches du terrain tertiaire moyen sont

bien caractérisées par leurs fossiles et leur constitution minéralogique, qu'elles renferment souvent des débris de roches cristallines (gneiss, micaschiste, granite, quartz), et qu'elles ont été fortement redressées contre le massif kabylien.

Au nord du massif de roches cristallines de la Kabylie, le terrain tertiaire moyen occupe une bande de 16 kilomètres de largeur moyenne, au milieu de laquelle s'élève l'îlot de roches cristallines de Boukhalfa. Il est traversé de l'ouest à l'est par la vallée de l'Oued-Sebaou. Il semble, au premier abord, que la vallée de l'Oued-Sebaou passe par le poste de Tiziouzou, à cause de la grande dépression qui sépare les montagnes des Ouled-Boukhalfa et des Maâtka ; mais il n'en est pas ainsi. Cette vallée s'encaisse profondément dans une gorge qui traverse de part en part l'îlot des Ouled-Boukhalfa. Comme les roches cristallines des Ouled-Boukhalfa et des Maâtka sont très-dures, tandis que le col de Tiziouzou est formé de grès et de marnes assez tendres, appartenant au terrain tertiaire moyen, il y a lieu de penser que le creusement de l'Oued-Sebaou, à l'est et au nord du Bordj, ne résulte pas d'une érosion lente des roches, mais plutôt d'un cataclysme subit qui a pu frayer un passage à la rivière à travers des roches d'une grande dureté. Les couches tertiaires forment une espèce de fond de bateau sous l'assiette du fort. On voit leurs affleurements se relever au nord contre le massif des Ouled-Boukhalfa, et au sud contre le massif des Maâtka.

Plusieurs carrières ont été ouvertes au pied du Bordj-Tiziouzou, lors des premiers temps de l'occupation. Dans les grès et calcaires tertiaires du côté ouest, on a exploité des bancs de grès quartzeux bleuâtre, ayant beaucoup de ressemblance avec les grès du terrain tertiaire moyen de Dellys et de Ténès.

Indices de lignite dans les grès du terrain tertiaire moyen de Tiziouzou. — On y a trouvé des végétaux fossiles transformés en un combustible noir et brillant analogue à du lignite de bonne qualité. On a retiré 2 à 3 kilogrammes de ce combustible dans un abatage de 240 mètres cubes de roches. Ce combustible formait des nids et des veines irrégulières, et non pas des couches parallèles à la stratification du terrain. Ce n'a été qu'un accident local sans aucune importance industrielle. C'est, au reste, démontré par l'aspect actuel du front de la carrière ; on n'y voit en place aucun indice de combustible. En cherchant avec soin au milieu des déblais, nous avons trouvé dans un bloc de grès un fragment de végétal carbonisé, ayant 2 centimètres de long

sur 1 centimètre de large. Un autre fragment de grès renfermait une tige végétale transformée en pyrite de fer.

La carrière de grès a été abandonnée, parce que les pierres se fendent naturellement par l'action des agents atmosphériques. Il y a, au-dessus, des bancs de calcaire jaunâtre, où l'on remarque de nombreux débris de coquilles indéterminables. A l'E. S. E. du Bordj, le grès tertiaire est sablonneux et exploité comme sable ; il renferme des bancs de brèches à débris de schiste satiné.

Plus tard, de nouvelles carrières ont été ouvertes dans les grès tertiaires, sur le revers sud du Djebel-Boukhalfa, au N. O. de Tiziouzou. Ces grès sont à grains de quartz de couleur grisâtre ou violacée. Quelques bancs passent à l'état de pouddingue, à cause des débris de quartz et de micaschiste qu'ils renferment. Les grès à grains fins présentent parfois de nombreuses empreintes végétales carbonisées, indéterminables au point de vue botanique, et parallèles à la stratification des couches ; on y trouve aussi des nids et des veines de lignite friable d'un beau noir éclatant. L'une de ces veines avait 2 centimètres d'épaisseur sur 0^m,30 de long ; à la suite venaient d'autres veines semblables, résultant de l'écrasement et de la fossilisation de branches d'arbres.

Fossiles du terrain tertiaire moyen de Tiziouzou. — Les grès encaissants contiennent des *Dentales* et des *Pecten* (comme ceux des environs d'Azib-Zamoun, au pied du massif des Flissas), des *Anomies*, des *Flabellum extensum* (polypiers du terrain tertiaire moyen du Piémont). Depuis notre passage, de nouveaux indices de lignite ont été découverts dans les mêmes carrières. Ils ont toujours présenté le même cachet de discontinuité, et rien n'autorise à penser qu'ils dénotent en profondeur l'existence d'une couche régulière de lignite ; car, en vertu du relèvement des couches tertiaires contre les massifs de roches cristallines des Ouled-Boukhalfa et des Maâtka, on peut passer en revue les affleurements de presque toutes ces couches, et nulle part on n'a constaté l'existence d'une couche de lignite.

Sondage de Tiziouzou. — En outre, plusieurs sondages ont été poussés à 30 mètres de profondeur dans la partie la plus déclive du col de Tiziouzou, afin d'obtenir, si c'était possible, des eaux jaillissantes. Ces sondages n'ont pas donné de source jaillissante et n'ont rencontré aucune couche de lignite.

Les marnes tertiaires comprises entre Tiziouzou et Bouhi-

noun renferment quelques assises minces de calcaire grisâtre, à cassure grenue et un peu conchoïdale, avec lequel on a pu faire de la chaux hydraulique.

Voici la composition de ce calcaire :

Silice gélatineuse libre.	Argile.	Peroxyde de fer.	Carbonate de chaux.	Carbonate de magnésie.	Carbonate de fer.	Eau.	TOTAL :
0.1060	0.0470	0.0050	0.4750	0.3073	0.0507	0.0080	0 9990
<i>Auteur : DE MARIGNY.</i>							

Cette roche est formée principalement de dolomie mélangée d'une certaine proportion de carbonate de chaux et de silice gélatineuse libre. C'est la présence de ce dernier corps qui lui donne sans doute les propriétés hydrauliques qui la distinguent. La couche exploitée a 0^m,40 d'épaisseur et plonge de 10° au N.^m, au milieu des marnes encaissantes ; elle est située sur un col.

Si de Tiziouzou l'on se rend à Taourgha, en suivant la route muletière de Dellys, on traverse d'abord des marnes tertiaires jaunâtres, au milieu desquelles sont disséminés des cailloux roulés de quartz blanc, de gneiss et de micaschiste, qui les font passer à l'état de poudingue. On coupe ensuite l'Oued Sebaou, qui roule un volume d'eau considérable et l'on repasse de nouveau sur les marnes et les poudingues tertiaires pour s'élever par une pente des plus abruptes jusqu'à la crête de Taourgha.

Les couches tertiaires présentent diverses inflexions, ainsi que l'indique la coupe (fig. 3, Pl. III). Sur la lisière de la plaine alluvienne du Sebaou, les marnes dominant. Elles sont dirigées N. 90° E^m, et plongent au S^m presque verticalement. Elles se débitent facilement et sont sillonnées par de minces filons de carbonate de chaux blanc, cristallisé en larges lames rhomboïdales ; à mesure qu'on monte, les marnes font place à des banes de grès et de brèches. Ces derniers prennent un grand développement et renferment de gros blocs roulés de granite à quartz, feldspath et mica blancs.

Le village arabe de Taourgha est situé à 14 kilomètres S. de Dellys, au sommet d'une colline élevée d'environ 60 mètres au-dessus du niveau général de la plaine ondulée qui l'entoure.

Cette colline est terminée du côté S. E. par un escarpement presque vertical, sur lequel serpente un sentier très-difficile et qui n'est abordable que pour des piétons. Elle est formée de bancs épais d'une brèche dont les noyaux à angles vifs atteignent 1^m,30 de côté. Ces noyaux se composent principalement de schiste satiné bleuâtre, mais on y trouve aussi du quartz blanc et du granite à mica blanc. Les couches sont dirigées N. 90° E.^m, et plongent de 27° au S.^m. Elles reposent sur des marnes argileuses grises, dans lesquelles on trouve quelques bancs de brèches.

Terrain quaternaire. — La plaine ondulée de Dra-el-Mizan constitue une sorte de vallée de 4 kilomètres de largeur moyenne, limitée au sud par l'extrémité occidentale du Djurjura et la chaîne du Djebel Galos, qui forme au N. O. le prolongement du Djurjura; elle remonte à l'est jusqu'au contre-fort des Beni Ouassif et s'abaisse vers l'ouest, en s'arrondissant en écharpe autour du massif de roches cristallines de la Kabylie. Pour l'observateur qui la regarde d'un point élevé, elle paraît écouler au N. O., dans l'Isser, par la vallée de l'Oued Djema, toutes les eaux qui tombent à sa surface.

Mais il n'en est pas réellement ainsi; la vallée de l'Oued Djema, dirigée du S. E. au N. O., n'écoule que les eaux pluviales de l'extrémité occidentale de la plaine de Dra-el-Mizan. Les parties centrales et orientales de la plaine sont traversées au S. par une série de ravins, qui ont leur origine sur le Djurjura et la chaîne du Djebel Galos, descendent vers le nord dans la plaine qu'elles coupent dans toute sa largeur, et passent ensuite à travers les massifs de roches cristallines de la Kabylie, d'où elles se déversent dans le Sebaou par deux vallées principales, qui sont : l'Oued Aïssi et l'Oued Boukh दौरa.

Au nord, la plaine de Dra-el-Mizan est formée par une bande de terrain nummulitique, et au sud par une bande de terrain tertiaire moyen. Entre ces deux bandes se trouve une bande centrale essentiellement formée de marnes quaternaires grises, au milieu desquelles sont disséminés de nombreux débris des terrains nummulitique et tertiaire moyen. Le dépôt quaternaire se présente sur toutes les crêtes qui séparent les unes des autres les ravins transversaux de la plaine, et paraît avoir formé primitivement une assise régulière, qui, partant du rocher des Beni Ouassif, s'étendait jusqu'à la mer par les vallées de l'Oued Djema et de l'Oued Isser. A l'époque du dépôt de cette assise, le massif de la Kabylie n'était pas ouvert de part en part par les

vallées de l'Oued Aïssi et de l'Oued Boukhdoura. Celles-ci commençaient déjà peut-être auprès des limites méridionales de ce massif, pour s'écouler de là dans l'Oued Sebaou, ainsi que cela arrive pour l'Oued Oumejout, au centre, et l'Oued Tafourelt, à l'ouest. A la suite des siècles, le lit de ces deux grandes vallées a pu se creuser de plus en plus. Le point de partage des eaux se serait alors abaissé, de telle sorte que l'origine de l'Oued Aïssi et de l'Oued Boukhdoura s'est reportée vers le sud jusque dans la plaine de Dra-el-Mizan; alors les eaux superficielles, qui s'écoulaient d'abord en entier au N. O. par la vallée de l'Oued Djema, ont formé une suite de petits bassins géographiques. Les unes se sont écoulées directement au nord vers le Sebaou, à travers le massif kabylien; les autres ont continué à suivre le cours de l'Oued Djema. Le dépôt quaternaire, qui, primitivement, était continu de l'est à l'ouest, a été découpé du N. au S. par les affluents de l'Oued Aïssi et de l'Oued Boukhdoura, et il en est résulté des ondulations que l'on remarque aujourd'hui dans la plaine de Dra-el-Mizan.

Il se pourrait encore que la révolution géologique qui a ouvert également la vallée de l'Oued Sebaou à travers le massif cristallin du Djebel Boukhalifa eût ouvert également les vallées de l'Oued Aïssi et de l'Oued Boukhdoura, à travers le grand massif cristallin de la Kabylie et la vallée diluvienne de Dra-el-Mizan.

Le cours de l'Isser, près de son confluent avec l'Oued Djema est encaissé à 8 ou 10 mètres de profondeur. Ses berges sont argilo-sableuses, et contiennent des Hélices et des Bulimes en grand nombre. Entre l'Isser et l'Oued Djema s'élève, à 15 mètres de hauteur au-dessus de la plaine alluvienne, un plateau régulier quaternaire, formé de cailloux roulés de quartzite brun, de calcaire gris et saccharoïde, et réunis par une gangue de carapace calcaire blanche.

Sur la rive gauche de l'Oued Isser, auprès du confluent de l'Oued Djema, la berge est coupée par un escarpement presque vertical, présentant en haut des assises sensiblement horizontales d'un poudingue à ciment jaunâtre, qui est la continuation géologique du poudingue quaternaire de la rive droite. Il repose sur de l'argile plastique grise, que nous n'avons pu observer de près, et qui est peut-être la continuation des marnes tertiaires moyennes d'Azib-Zamoun. Le poudingue diluvien a comblé les dépressions qui existaient à la surface de cette argile.

La continuité du terrain quaternaire compris entre l'Oued Djema et l'Oued Isser montre que ces deux rivières formaient primitivement, auprès de leur confluent, une seule et grande vallée diluvienne, dans laquelle se déposaient les assises quaternaires. Plus tard, à la suite d'une diminution dans le volume des eaux courantes, l'Oued Djema et l'Oued Isser ont creusé leur lit alluvien actuel au milieu du plateau quaternaire qui s'étendait uniformément dans les deux vallées.

M. Delanoüe communique la lettre suivante de M. Lehardy de Beaulieu sur les fossiles trouvés à la base du lœss de Belgique :

Mons, 14 janvier 1868.

Monsieur,

Je vous remercie de votre intéressant travail sur le lœss du nord de la France que vous avez eu l'obligeance de m'envoyer. J'en ai écouté la lecture avec le plus vif intérêt (1), et les faits que vous y relatez me semblent en parfaite concordance avec ceux qu'ont observés depuis quelque temps quelques-uns de mes amis qui poursuivent les recherches de notre tant regretté Toilliez. Ces recherches, toutefois, ont amené deux résultats importants qui ne coïncident pas entièrement avec certains faits énoncés dans votre notice et dont je crois, par conséquent, devoir vous donner connaissance. Le premier, c'est que l'on a trouvé l'année dernière dans l'ergeron, à Spiennes et à Baudour, près de Mons, des ossements de *Rhinoceros tichorhinus*, d'*Elephas primigenius*, de *Cervus megaceros*, d'Hippopotame, de deux *Equus*, etc., ainsi que des silex taillés de main d'homme. Ces découvertes ont été faites à Spiennes, dans une tranchée de chemin de fer qui montre admirablement la superposition des deux lœss et les fréquents remaniements subis par le supérieur. Le second fait, c'est qu'à Maisières, près de Mons, le sable dit du camp de Casteau, indiqué comme landénien par Dumont, dans sa carte géologique, est positivement campinien, ainsi que le dénote sa superposition à du lœss transformé en une argile d'une remarquable plasticité, et qui lui-même surmonte l'ergeron dans lequel on a trouvé des ossements et des dents de Rhinocéros, dont quelques-uns figuraient dans la col-

(1) M. Lehardy de Beaulieu est aveugle.

lection de feu Toilliez. Le sable de Casteau est d'une extrême ténuité, et il s'en sépare, par le lavage, une petite quantité de matière argileuse d'un blanc grisâtre; cette circonstance, jointe à la grande plasticité du lœss sous-jacent, me semble confirmer votre opinion sur l'origine du sable campinien.

Trois de mes amis, MM. Briart, Cornet et Houzeau, qui ont visité avec beaucoup d'attention les fouilles de Spiennes et ont recueilli les restes fossiles dont je viens de faire mention, s'occupent en ce moment d'un rapport sur ce sujet, qui sera publié sous peu dans les *Mémoires de la Société des Sciences, des Arts et des Lettres du Hainaut*.

Je prierais ces messieurs de vous en envoyer un exemplaire. Je vous serais fort obligé aussi si vous pouviez me procurer la notice que vous avez publiée, il y a longtemps déjà, sur le mode de formation des gîtes métallifères. Je vous prie d'offrir à la Société géologique mon *Essai sur l'origine de la houille*.

Veillez, Monsieur, agréer, etc.

M. de Mortillet donne quelques détails sur la localité signalée par M. de Beaulieu.

M. Belgrand exprime l'opinion que le limon des plateaux a été profondément remanié par les eaux pluviales. Cette opinion est partagée par M. Delanoüe, qui voit dans les tufs de la campagne de Rome le résultat d'actions du même ordre.

M. Daubrée présente la note suivante au nom de l'auteur :

Du rôle qu'ont joué les eaux minérales dans les formations géologiques postérieures aux dépôts des derniers terrains tertiaires;
par M. Jules Itier.

Nombre de faits déjà signalés établissent avec évidence que des sources abondantes d'eaux chargées d'acide silicique ou d'acide carbonique, libre ou combiné avec la chaux et le fer, ont surgi du sein de la terre, à diverses reprises, depuis la fin des dépôts des terrains tertiaires, et que leur apparition a coïncidé avec les fréquentes éruptions volcaniques de cette époque; qu'enfin, de nos jours, l'action volcanique, bien que très-affaiblie, est généralement accompagnée, comme autrefois,

de sources d'eaux minérales dont le volume est en rapport avec l'intensité de cette action.

Nous nous proposons ici d'ajouter aux faits déjà connus de nouveaux faits que nous avons recueillis sur plusieurs points du globe, et de donner au phénomène des grandes éruptions d'eaux minérales le caractère de généralité et l'importance géologique qu'elles ont en réalité et qu'on ne leur a pas encore attribué.

Les grandes éruptions d'eaux minérales appartiennent surtout à l'époque des volcans de la fin de la période tertiaire, et semblent, comme aujourd'hui, avoir été en connexion intime avec les phénomènes volcaniques par lesquels s'est manifestée à la surface du globe l'action de la chaleur centrale.

C'est aussi vers cette époque géologique qu'ont eu lieu ces grandes inondations qui, dans leur ensemble, constituent le déluge, dont les peuples les plus anciens, les Chinois et les Égyptiens, ont conservé la tradition.

Ce rapprochement nous conduira peut-être, lorsque nous aurons démontré l'universalité du phénomène des courants d'eaux minérales qui ont sillonné le globe, à nous rendre compte de ce cataclysme, dans ses causes comme dans ses effets.

Celle de ces éruptions d'eaux minérales que je me propose de traiter aujourd'hui a laissé une empreinte profonde sur le sol de l'Égypte et de la Libye; la vaste forêt pétrifiée des environs du Caire, si connue des naturalistes, offre l'un des traits les plus remarquables de ce phénomène.

Après avoir traversé dans la direction du nord-est la nécropole des califes, située aux portes du Caire, la route s'engage, à l'est, dans une petite vallée en pente qu'on remonte en parcourant les assises à peu près horizontales d'un calcaire marneux appartenant au terrain tertiaire moyen; à deux kilomètres de là, le sol devient horizontal, et la vallée est alors bordée à gauche de monticules peu élevés, tandis que, sur la droite, les flancs de la montagne présentent, sur une longueur de plus de 10 kilomètres, des déchirures abruptes conservant la trace d'une violente dislocation. Après deux heures de marche, nous atteignîmes enfin le sommet d'un vaste plateau occupé par la forêt pétrifiée. Le sol est, aussi loin que la vue peut s'étendre, jonché de débris de troncs d'arbres, de branches et de racines passés à l'état siliceux; les palmiers et les sycomores y dominent; on ne saurait d'ailleurs les distinguer des espèces

actuellement vivantes de ce pays; ces végétaux ont été silicifiés sur place, ainsi que le démontrent leurs racines enfouies dans le sol et la forme anguleuse de leurs fragments épars.

Le terrain calcaréo-sablonneux dans lequel ils ont crû a été lui-même pénétré, en plusieurs endroits, d'un suc siliceux, qui l'a transformé en grès en agglutinant les éléments arénacés.

En étudiant avec attention ce phénomène, dont l'intensité nous frappait d'étonnement, nous ne tardâmes pas à constater la trace évidente de puissantes nappes d'eau qui avaient dû se répandre dans toutes les directions, et dont le point de départ ne devait pas être fort éloigné de l'endroit que nous occupions. Conduits par ces observations vers le flanc de la montagne que nous avions laissée au sud, nous ne tardâmes pas à reconnaître, dans les anfractuosités de la roche et sur une foule de points disséminés au loin, des trous, en forme de cratère, d'un mètre et plus de profondeur sur quelques mètres de diamètre, tapissés de petits cristaux de quartz et d'un tuf blanc siliceux arénacé, souvent lustré, coloré par zones horizontales de teintes dégradées rouges, violettes, jaunes et verdâtres.

Cette disposition rappelait tellement les fontaines des geysers de l'Islande, qu'il nous serait impossible de ne pas employer les mêmes expressions pour décrire ces deux phénomènes.

Des innombrables orifices par lesquels les eaux siliceuses ont dû jaillir à la surface du sol, le plus actif, à en juger par l'épaisseur du tuf siliceux qui s'est produit, est situé à 2,000 mètres environ de la forêt pétrifiée, sur la droite en venant du Caire; les couches du calcaire tertiaire ont été soulevées et redressées en forme de cratère autour des puits par lesquels s'est échappée la nappe d'eau siliceuse; aux alentours, les hautes du sol accusent l'intensité d'un courant agissant à la fois comme force mécanique, en entraînant violemment et roulant dans ses flots les fragments du terrain disloqué et désagrégé, et comme agent chimique, soit en agglutinant ces débris, soit en les entourant, dans leur transport, d'une concrétion argilo-siliceuse désignée en minéralogie sous le nom de caillou d'Égypte (1).

(1) Le professeur Charles Martins, dont j'avais attiré l'attention sur le phénomène de la forêt pétrifiée du Caire, au moment de son départ pour

On sait que le centre de ces cailloux est toujours occupé par un corps quelconque autour duquel la silice s'est déposée; ce corps est le plus souvent un grain de sable; mais lorsqu'un corps organique s'est rencontré dans le courant siliceux, il est devenu aussi le centre d'attraction des molécules argilo-siliceuses; tel est le cas d'une Nummulite du terrain tertiaire inférieur trouvée au centre de l'un de ces cailloux; nous y avons aussi rencontré une quantité considérable de foraminifères; or, la présence de ces êtres organiques repousse absolument l'hypothèse de l'origine ignée des cailloux d'Égypte.

Le phénomène des grandes nappes d'eau répandues à la surface du sol n'est pas particulier à la localité que nous venons de décrire; nous l'avons observé dans toute l'Égypte et jusqu'en Libye; il s'y confond partout avec le diluvium, dans ses effets comme dans ses causes.

Ainsi, les traces d'érosion qu'offre de tous côtés le sol de l'Égypte et surtout les nombreux lits de rivières sans eau qu'on rencontre soit en Égypte, soit en Libye, n'ont pas d'autre origine que le passage de grands courants d'eaux siliceuses probablement chaudes, qui ont laissé leurs lits remplis de cailloux arrondis par voie de concrétion sédimentaire, à la manière des pisolithes et non à la manière des cailloux roulés, ce que démontre avec la dernière évidence la structure intérieure de ces cailloux.

Le désert de Gessen nous a offert, dans ses nombreux cailloux argilo-siliceux, la preuve du passage de ces grands courants, auxquels se rattache, sans doute, l'enfouissement des grands mammifères dont les ossements ont été mis à découvert par les travaux de déblais du canal de Suez, à Chalouf, situé vers le nord-est de la terre de Gessen, et qui appartiennent à des espèces contemporaines de l'homme, mais qui ont disparu en partie de l'Égypte, avant les temps historiques: tel est l'Hippopotame, dont les ossements abondent à Chalouf, pêle-mêle avec ceux de Chameau, de Chèvre et d'un grand Squale.

Enfin, à 30 lieues environ à l'ouest des pyramides de Giseh et sous la même latitude que la forêt pétrifiée du Caire, on observe une vaste forêt silicifiée en place et où dominent également les palmiers.

l'Égypte, m'écrivait à son retour, après avoir visité avec soin les mêmes localités, qu'il serait difficile d'expliquer autrement que je ne le faisais ce prodigieux phénomène.

Les deux chaînes calcaires qui encaissent la vallée du Nil moyen et inférieur sont comme enveloppées d'une espèce de calotte siliceuse qui revêt presque complètement la crête et les flancs des collines du terrain tertiaire, lequel repose presque partout, et notamment à l'extrémité nord de la chaîne arabique, sur les assises moyennes de l'étage supérieur crétacé, assises caractérisées par la présence d'un grand nombre de fossiles, tels que l'*Hippurites organisans* et *cornu-vaccinum*, la *Janira atava*, etc.

Nous avons remarqué sur les points les plus bas des grands ouadis et du lit de la rivière sans eau, dans la partie centrale de la chaîne arabique connue sous le nom de désert de la *Thébaïde*, une grande quantité de coquilles fossiles détachées de leur gangue calcaire et passées sur place à l'état siliceux, alors que les fossiles similaires sont encore à l'état calcaire dans la roche qui les renferme. Ces coquilles siliceuses, agglutinées par un ciment de même nature qu'elles, forment des amas considérables au fond de la vallée.

Les grandes plaines de Denderah et d'Esné, dans la haute Égypte, nous ont aussi offert, sur une foule de points, des amas puissants de cailloux argilo-siliceux concrétionnés, évidemment formés par des courants d'eaux siliceuses. Ces mêmes cailloux s'étendent fort au loin dans la partie du désert Libyque situé au sud-ouest de ces plaines.

L'ancienne voie romaine qui suit, à travers le désert Libyque et dans un espace de près de 200 lieues, le lit du fleuve sans eau (Bahar-Bela-Mah), depuis la grande oasis de Thèbes, appartenant à la formation du grès de transition nubien, jusqu'au golfe de Plinthe, dans la Méditerranée, cette voie romaine, dis-je, est jonchée de coquilles tertiaires silicifiées, qu'accompagnent des amas de cailloux et de concrétions argilo-siliceuses.

Plus à l'ouest et non loin de là, le sol du désert de Kars est entièrement recouvert d'arbres silicifiés, véritable forêt pétrifiée en place, comme celle du Caire.

Plus à l'ouest encore, vers le centre de la Libye, la rivière sans eau (Guarb-el-Cherif), qu'on a supposé avoir autrefois servi, avec le Bahar-Bela-Mah de la grande oasis, à l'écoulement du Nil, avant la dernière révolution géologique qui a déterminé son cours actuel, n'offre qu'un amas de cailloux argilo-siliceux et de concrétions où domine l'élément siliceux.

En un mot, il n'est pas un point de la formation diluvienne

de l'Égypte et de la Libye qui n'ait conservé l'empreinte du passage de grands courants d'eaux siliceuses, et, comme la merveilleuse puissance de conservation dont jouit le ciel de l'Égypte s'est étendue aussi bien aux faits géologiques qu'aux monuments dus à la main de l'homme, il semble que hier encore ces courants sillonnaient le sol de l'Égypte et de la Libye, tant est grande la vivacité de leurs empreintes.

Ce qu'il importe surtout de remarquer, c'est l'état moléculaire dans lequel se trouve la silice qu'on rencontre partout, comme nous venons de le dire, à la surface du sol de l'Égypte.

Elle paraît avoir conservé son affinité chimique, et c'est là un caractère qu'il importe de noter, parce qu'il ne laisse subsister aucun doute, à nos yeux, sur la nature aqueuse de son origine et de son mode de dépôt. On sait, en effet, qu'il n'y a que la silice à l'état gélatineux, c'est-à-dire hydratée, qui jouisse de cette affinité, et qu'il suffit pour la lui faire perdre absolument de la calciner. Or, la silice répandue à la surface du sol de l'Égypte possède encore, à un degré très-marqué, ainsi que nous le démontrerons tout à l'heure, l'affinité chimique; donc elle est le produit, non de la chaleur, mais de l'eau dans laquelle elle se trouvait en dissolution, et cette eau était probablement chaude, s'il est permis d'en juger par analogie avec les sources d'eaux siliceuses existant sur presque tous les points du globe où l'action volcanique se manifeste encore.

Nous avons rencontré sur une foule de points, jonchant le sol, des corps organisés des deux règnes, dont la silicification partielle et incomplète indique une action lente mais incessante de l'acide silicique : ce sont des bois, des coquilles et des madrépores fossiles, et surtout des végétaux cryptogamiques se présentant sous forme d'excroissances lichénoïdes. Une poussière siliceuse s'agglutine autour des tiges des graminées, des joncs et des jeunes pousses de tamaris (*Tamarix africana*), et détermine peu à peu la mort du végétal, dont le carbone remplacé, molécule à molécule, par la silice, n'est plus représenté que par la forme qu'il occupait dans la plante.

On remarque aussi fréquemment, dans les déserts sablonneux qu'habite la larve du formica-léo, et où cet insecte creuse de petits trous en forme d'entonnoir, que les parois de ces petites habitations ne tardent pas à se consolider, au point qu'il est possible d'enlever d'une seule pièce cet entonnoir qui offre alors une certaine consistance résultant de l'agglutination des

grains siliceux; sur d'autres points, j'ai observé que l'agglutination avait eu lieu spontanément, et que le sable était devenu un grès cohérent.

J'ai remarqué enfin, à la surface de la plupart des végétaux qui croissent dans le désert, des graminées et des palmiers surtout, une incrustation de poussière blanche siliceuse; ces plantes soumises à l'incinération laissent un résidu qui donne, à l'essai par le chalumeau, une scorie vitreuse presque entièrement composée de silice.

Si l'on s'en rapporte aux récits des Beni-Ouassen qui fréquentent le désert de la Thébaïde, on aurait trouvé dans les sables mouvants des hommes entièrement pétrifiés. En présence des nombreuses observations que nous avons recueillies sur les propriétés silicifiantes du sol, il ne nous paraîtrait pas impossible que ce fait fût exact. Il se trouverait, d'ailleurs, confirmé par les observations du docteur Pruner, qui assure avoir vu des fragments de momies de divers animaux, dans lesquels il aurait constaté un commencement de silicification et des incrustations de silice cristallisée enveloppant divers organes.

Les détails qui précèdent ne laissent subsister, à nos yeux, aucun doute sur l'action moléculaire dont n'a cessé de jouir la silice répandue, en si grande abondance, sur le sol de l'Égypte; nous nous regardons dès lors comme autorisé à admettre qu'elle a été déposée par les eaux à l'état d'hydrate, lequel s'est ensuite desséché. Cette circonstance donne à notre opinion sur l'existence des grands courants d'eau minérale à la surface du sol égyptien, lors du cataclysme diluvien, le caractère d'une démonstration.

Nous bornerons ici notre étude des terrains diluviens ou quaternaires. Dans un second mémoire nous indiquerons les principaux courants d'eaux minérales qui ont joué un rôle très-important à la surface du globe, lors des cataclysmes dont l'ensemble constitue l'époque diluvienne, soit en déterminant la fusion instantanée et la dissolution des immenses glaciers occupant, à cette époque, les sommets montagneux qu'avait dû laisser subsister l'énorme soulèvement des derniers terrains tertiaires, soit en mêlant leurs flots à la masse des eaux des grands lacs suspendus aux flancs des montagnes: telles sont les puissantes nappes d'eaux siliceuses, calcaires et ferrugineuses qui ont pris nécessairement naissance au centre de la chaîne des Alpes, dispersant dans toutes les directions leurs roches

brisées, et allant former les vastes dépôts siliceux de la Dombes et de quelques autres vallées du département de l'Ain, le lehm ou lœss des bords du Rhin, les cailloux argilo-siliceux répandus jusqu'aux portes de Paris, les brèches osseuses des côtes nord de la Méditerranée, le limon des cavernes, les minerais de fer hydraté du Jura et, sur le versant italien des Alpes, les terrains superficiels des environs de Turin et de la vallée du Pô, si bien décrits par MM. Martins et Gastaldi.

M. de Lapparent fait la communication suivante sur le terrain crétacé inférieur dans le nord de la France :

Note sur l'extension du terrain crétacé inférieur dans le nord du bassin parisien ; par M. Albert de Lapparent.

Tout le monde sait que le terrain crétacé inférieur, représenté, dans les environs de Vassy et de Saint-Dizier, par une série très-complète de dépôts, s'amincit rapidement auprès de Bar-le-Duc, et que, dans le voisinage de cette dernière ville, les argiles à Plicatules disparaissent sous les sables verts inférieurs au gault ; ces sables et le gault lui-même cessent bientôt d'affleurer dans les Ardennes, si bien que, dans le voisinage de Maubeuge, on voit le *tourtia*, équivalent de la craie glauconieuse, reposer directement sur les calcaires paléozoïques. De cette manière, les affleurements des couches successives du terrain crétacé inférieur semblent former une série de gradins, où les assises les plus modernes empiètent chaque fois sur les plus anciennes.

D'une manière générale, la disposition des terrains est bien conforme à ce qui vient d'être dit ; il s'en faut, pourtant, que la disparition des étages successifs soit aussi complète qu'on l'avait pensé dans l'origine.

Dès 1831, M. d'Archiac (1) faisait observer que l'*Ostrea aquila* (*Gryphæa sinuata*) était citée par MM. Sauvage et Buvignier (2) comme un des fossiles caractéristiques des minières de Grand-pré, dans les Ardennes ; et M. d'Archiac, ayant trouvé dans ces mêmes minières une Térébratule néocomienne, en con-

(1) *Histoire des progrès de la Géologie*, IV, p. 280.

(2) *Statistique minér., géol., etc., du département des Ardennes*, 307.

cluait que l'étage inférieur du système crétacé, au lieu de se terminer dans le département de la Meuse, se prolongeait très-vraisemblablement jusqu'à Grandpré. L'année suivante, M. Bu vignier (1) faisait une remarque tout à fait semblable, et ce savant ajoutait que, malgré quelques différences notables, il y avait peut-être lieu de considérer le minerai de Grandpré comme un équivalent rudimentaire du minerai oolithique néocomien de la Haute-Marne, ainsi que des argiles à Plicatules qui le surmontent.

Toutefois, ces deux observations restèrent isolées jusqu'en 1859. A cette époque, M. Albert Gaudry (2) signala, sur la côte du Boulonnais, à Wissant, une argile glauconieuse, inférieure au gault et caractérisée par l'*Ostrea Leymeriei*. Bien que cette détermination ait été un peu contestée, il n'en est pas moins vrai que l'argile de Wissant contient une Huître plate inconnue dans le gault et très-voisine des espèces du terrain néocomien supérieur.

L'analogie que cette circonstance offrait avec les faits observés à Grandpré n'a pas échappé à M. Gaudry ; mais, pour pouvoir en conclure quelque chose relativement à la continuité du terrain néocomien ou de l'étage aptien dans le nord de la France, il fallait que la distance considérable qui sépare le Boulonnais des Ardennes fût raccourcie par quelque observation intermédiaire. C'est ce qui eut lieu en 1862, quand M. Éd. Piette (3) reconnut, dans les environs de Vervins, à Landouzy, à Éparcy, etc., une argile glauconieuse inférieure au gault et contenant en abondance une Huître, de dimensions énormes, qu'il rapportait à l'*O. aquila* géante.

J'ai eu l'occasion, dans ces dernières campagnes, de visiter les gisements de Wissant, de Vervins et de Grandpré ; je ne reviendrai pas sur les deux premiers, n'ayant rien à ajouter aux détails donnés par MM. Piette et Gaudry ; j'insisterai seulement sur celui de Grandpré, qui n'a pas encore été décrit avec une suffisante précision et dont les fossiles ont été cités en bloc, sans distinction de niveaux.

Le meilleur type de ce gisement se présente dans les minières du Bois-des-Loges, à trois kilomètres à l'est de Grand-

(1) *Statistique minér., géol., etc., du département de la Meuse*, 513.

(2) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e série, XVII, 30.

(3) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., XIX, 946.

pré. Là, au-dessous de la gaize et du gault, se présente la couche glauconieuse, célèbre par ses nodules phosphatés et sa faune de céphalopodes qui rappelle, par sa richesse, celle de Machéroménil et de Saulces-Monclin. Cette couche repose sur une argile ferrugineuse jaunâtre que les ouvriers désignent sous le nom de *mine jaune* et qui est le gisement par excellence de l'*Ostrea aquila* de Grandpré ; elle s'y trouve entière ou en fragments, atteint parfois des dimensions considérables et n'offre nullement les caractères d'un fossile remanié. Avec elle se présentent une Huître plate voisine de l'*O. Leymeriei*, une Huître plissée analogue à l'*O. macroptera*, enfin une petite Gryphée ne se distinguant de la Gryphée virgule que par l'absence des stries et la profondeur de sa carène : c'est l'*O. Tombeckiana*.

Le minerai apparaît sous la mine jaune : c'est un sable formé de grains à peu près égaux de quartz, de glauconie et de peroxyde de fer hydraté, cimentés en quelques points par du spath calcaire, de manière à former des blocs d'un véritable grès, que les ouvriers désignent sous le nom de *crag*. La présence du spath calcaire est importante à noter ; d'une part, elle éloigne le minerai sableux de Grandpré des *sables verts* proprement dits de la Haute-Marne et de la Meuse, d'où l'élément calcaire est toujours absent ; d'autre part, elle se rapproche du *lower green sand* de l'Angleterre et du Boulonnais, où le ciment est constitué par de larges lamelles calcaires qui se révèlent par le miroitement de la roche exposée au soleil.

Le minerai fournit, en quelques points des environs de Grandpré, une ample récolte de fossiles ; les espèces les plus abondantes sont : *Terebratula sella*, *Rhynchonella lata*, *Ostrea Tombeckiana* ; on y rencontre aussi un *Cardiaster*, un *Pseudodiadema* et le *Glyphocyphus rugosus* (1). L'abondance des *T. sella*, *R. lata* et *O. Tombeckiana* établit une similitude frappante entre le minerai de Grandpré et celui de Nancy, dans la Haute-Marne ; là aussi ces trois fossiles dominent dans les argiles à *O. aquila* qui recouvrent immédiatement le minerai, lequel appartient sans contestation à la couche oolithique néoco-

(1) Ce dernier fossile a été décrit, dans la *Paléontologie française*, comme provenant du *cénomanién* de Grandpré ; cette attribution ne peut résulter que d'une erreur matérielle, car il n'y a pas de sables *cénomaniens* à Grandpré, et le *Glyphocyphus* ne s'y trouve qu'à un seul niveau, celui du minerai de fer.

mienne. Toutes les raisons paraissent donc se réunir pour légitimer l'assimilation que nous croyons devoir faire ici de ces deux minerais. Par suite, les sables à peroxyde de fer de Grandpré appartiendraient au terrain *néocomien supérieur* et la *mine jaune* à *O. aquila* qui les surmonte représenterait la zone des argiles à Plicatules; l'ensemble de ces deux couches devrait d'ailleurs être rapporté à l'étage *aptien* tel que le comprend aujourd'hui M. Coquand (1), qui le fait descendre jusqu'aux argiles ostréennes.

Les trois gisements de Grandpré, de Vervins et de Wissant sont disposés le long d'une ligne qui, partant de la Meuse et épousant la courbure du bassin parisien, va rejoindre la pointe du bas Boulonnais; il est donc probable qu'en suivant cette direction on doit pouvoir retrouver, en divers points, des gisements analogues; nous croyons en avoir observé deux dans le Boulonnais; tous deux sont situés au pied de la falaise crétacée qui forme la limite septentrionale de cette intéressante région.

Le premier est celui de Moyecques. On exploite à ciel ouvert, auprès de ce hameau, un minerai de fer dévonien, et la surface de la carrière est occupée par les couches horizontales de l'argile du gault. Mais, entre cette argile et les assises paléozoïques fortement redressées, se présente une sorte de poudingue à gros fragments de peroxyde de fer, cimenté par du calcaire spathique et contenant des Huitres, fort difficiles à déterminer, qui paraissent être d'assez grandes Exogyres.

L'autre gisement est celui du bois de Beaulieu, près de Caffiers, à l'angle nord-est du Boulonnais. Là, sous l'argile du gault, bien caractérisée par ses nodules et ses Ammonites, apparaît un poudingue ferrugineux qui repose sur des sables identiques avec ceux qu'on observe dans le reste de la contrée et qu'on a, jusqu'ici, qualifiés de néocomiens. Le poudingue, exploité comme minerai, est à ciment calcaire et contient des fragments de grandes Huitres.

Ces deux gisements nous paraissent réunir, sous une forme plus ou moins rudimentaire, les caractères principaux qui distinguent Grandpré, c'est-à-dire la présence de l'oxyde de fer, celle du ciment calcaire spathique, enfin celle des grandes

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., XIII, 560.

Huitres. Nous croyons donc qu'il est permis de les considérer comme appartenant à une bande de terrain néocomien supérieur qui s'étendrait, sans interruption, depuis l'Ardenne jusqu'à Wissant.

Cette continuité se poursuit-elle sur la bordure occidentale du bassin parisien? C'est ce qu'on pourrait être tenté de croire, au premier abord, en examinant le poudingue ferrugineux du cap de la Hève. On sait que ce poudingue, situé sous une marne noire avec fossiles du gault, est séparé du terrain jurassique par une puissante assise de sables jaunes micacés. Le fossile le plus caractéristique du poudingue est une grande Huitre que M. Lennier, conservateur du musée du Havre, a trouvée en divers points des falaises et qu'on a rapportée à l'*O. aquila*, variété géante. Cette Huitre a été observée, au même niveau, à Trouville, par M. de Chancourtois, et M. Lennier l'a encore recueillie entre Trouville et Honfleur. Elle forme donc un horizon bien constant; en outre, son état de conservation ne permet pas d'imaginer un remaniement dont on serait, d'ailleurs, fort embarrassé d'indiquer l'origine.

Il semble, d'après cela, qu'on devrait réunir le poudingue ferrugineux de la Hève à l'étage aptien. Mais les fossiles recueillis dans la masse même du poudingue, au-dessous de l'*O. aquila*, démentent cette conclusion. Ainsi, M. Lennier y signale l'association des *Thetis lævigata* et *Nautilus Bouchardianus* avec l'*Ammonites Delucii*, l'une des espèces les plus caractéristiques du gault.

Cette association serait de nature à nous jeter dans une grande perplexité si nous n'avions un exemple semblable à l'autre extrémité du bassin parisien, dans les sables ferrugineux de la Puisaye, près d'Auxerre. Les géologues sont aujourd'hui d'accord pour classer ces sables, avec leurs argiles subordonnées, dans le gault, dont ils renferment les fossiles; or, ils contiennent de grandes *Ostrea aquila* tout à fait semblables à celles de la Hève, et cela, à un niveau supérieur à celui des *Arca fibrosa* et des *Nucula pectinata*. Le *Thetis lævigata* s'y trouve également. N'est-il donc pas naturel d'en conclure que le poudingue ferrugineux de la Hève et les sables de la Puisaye ne sont qu'un même facies littoral du gault, particulier à la bordure méridionale et occidentale du bassin, le long de laquelle il se poursuit avec des caractères constants, ainsi qu'on peut le constater dans la Nièvre et dans le Cher, où les sables et

grès ferrugineux, classés dans le gault par M. Ébray (1), sont si développés dans les environs d'Allogny, de Vierzon et de Graçay? On sait, d'ailleurs, à quel point les sédiments sableux et ferrugineux dominant dans le terrain crétacé de l'Ouest, puisqu'ils envahissent dans le Maine jusqu'à l'étage crétacé supérieur.

Ce qui semble prouver encore que le poudingue de la Hève n'est qu'un accident littoral, c'est qu'on n'en retrouve plus de traces dans le pays de Bray, où le gault reprend son caractère normal d'argile téguline avec Ammonites et repose sur des sables verts identiques avec ceux de la Haute-Marne, comme nous l'avons établi dans un précédent travail (2). De plus, l'argile à Plicatules manque dans le nord du Bray, où les sables verts succèdent immédiatement aux argiles roses marbrées, et, si elle existe dans le sud, où M. Graves a signalé l'*O. aquila*, ce n'est que sous un état assez rudimentaire. Il se pourrait donc que l'affleurement occidental extrême de l'étage aptien fût limité par une ligne courbe allant d'Auxerre à la pointe méridionale du Bray. Le gault seul se serait étendu plus loin, mais avec des caractères spéciaux favorables à la migration des grandes Huitres aptiennes. Le sondage artésien de la Butte-aux-Cailles fournira de précieuses données à cet égard, en nous apprenant si les argiles à Plicatules s'étendent sous Paris.

Ce ne sont là, du reste, que des conjectures, dont il serait téméraire d'exagérer la valeur. Quant aux conclusions relatives à la partie septentrionale du bassin, nous croyons qu'elles ont une probabilité beaucoup plus grande et qu'on peut, sans trop se hasarder, considérer la ligne jalonnée par les gisements de Grandpré, de Vervins et du Boulonnais, comme le chemin par lequel la faune du *lower green sand* d'Angleterre était en communication avec les bassins néocomiens de l'est et du sud-est de la France.

Après quelques observations de MM. Delanoüe et Belgrand,

M. Jannettaz fait la communication suivante sur un nouveau minéral du Japon :

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e série, XX, p. 209.

(2) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., XXIV, p. 228.

Note sur une forme nouvelle d'un Clinochlore du Japon :
par M. Éd. Jannettaz.

Dans une collection de minéraux rapportée du Japon, et que M. Decaisne, professeur au Muséum, m'a prié de déterminer, j'ai rencontré un échantillon, malheureusement unique, dont l'aspect m'a tout d'abord surpris.

On aperçoit au milieu d'une roche tendre, noirâtre, une rosace d'environ 5 millimètres de diamètre et d'une symétrie remarquable. Un hexagone d'environ 1 millimètre et demi de diamètre, d'un blanc verdâtre, à éclat brillant comme celui des diallages ou des micas, en occupe le centre. Il est entouré d'un anneau polygonal, à contours semblables et concentriques, mais de couleur noire, formé par la roche qui lui sert de gangue. En dehors de cet anneau hexagonal noirâtre, rayonnent six fragments de secteurs, dont quelques-uns ont la forme d'hexagones allongés.

Les secteurs sont composés aussi de la matière centrale brillante, et séparés les uns des autres par la gangue commune. Telle est la section transversale de cette matière qui semble avoir plié sa gangue à sa forme cristalline, comme le fait ordinairement la variété d'andalousite, appelée *Macle* ou *Chiastolite*. La section longitudinale montre que la masse cristallisée est formée par des prismes, dont la cassure est vitreuse dans le sens de la longueur.

La roche fond en un globule vitreux d'un vert plus ou moins foncé, suivant la place où l'on a choisi le fragment que l'on soumet au dard du chalumeau. Pulvérisée ou écrasée avec le marteau, elle a un aspect terreux, et la poudre, vue à un fort grossissement, apparaît composée de mica et d'une matière argileuse et informe.

Je n'y vois qu'une argile micacée. Est-elle schisteuse? Comme l'échantillon que j'ai à ma disposition n'a guère plus d'un centimètre cube de volume, je ne puis répondre à cette question.

La matière cristallisée est très-facilement clivable, parallèlement à sa section transversale.

Les lamelles de clivage, très-étroites, sont rhombiques ou hexagonales. On voit par leur très-petit diamètre, que l'hexagone central et les secteurs extérieurs sont eux-mêmes des groupements d'éléments plus petits, d'une symétrie analogue.

Fig. 1—Coupe du Keuper de la Bergerie d'Espérel au vallon de la Madeleine.

(Echelle 0^m 002 p^r 1^m)

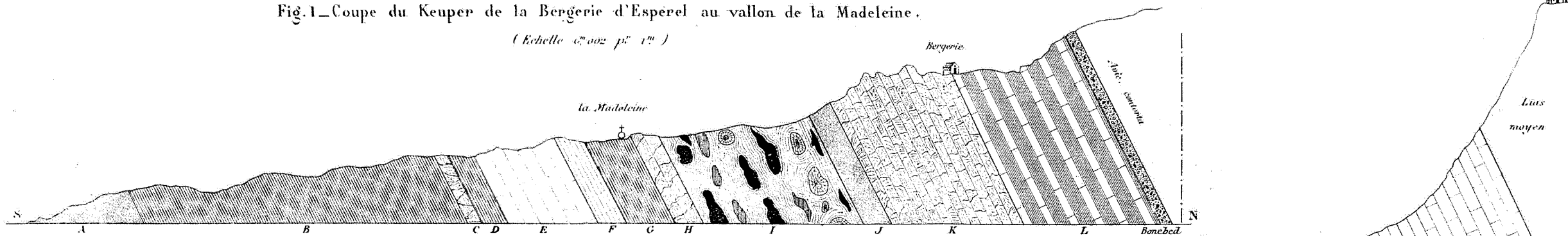


Fig. 2—Coupe de la zone à A. contorta du Château ruiné d'Espérel à la Madeleine

(Echelle 0^m 01 p^r 1^m)

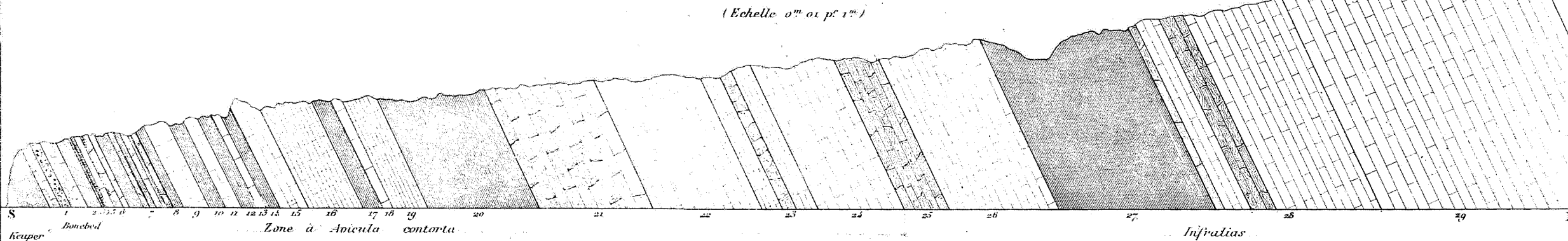
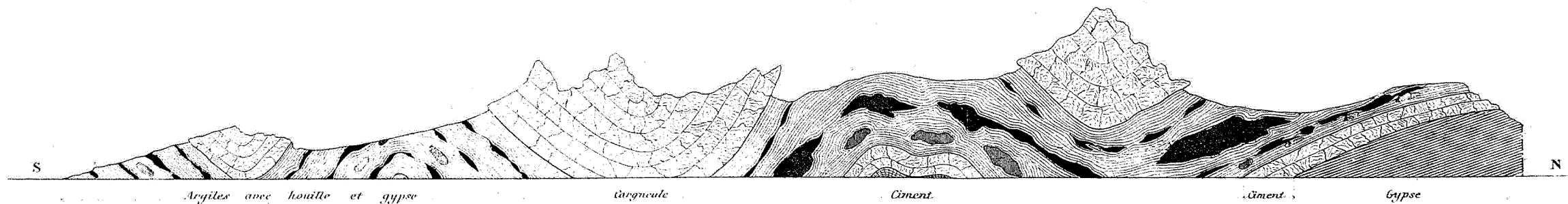


Fig. 3—Coupe prise sur la rectification de la route de Draguignan à Castellane

entre l'embranchement de Bargemont et le quartier St Pons.



Au chalumeau, la matière fond facilement, sans s'exfolier, en un globule d'un vert assez foncé. La poussière est plus onctueuse que celle de la roche; dans le tube fermé, elle dégage un peu d'eau.

Observées sous le microscope d'Amici, les lamelles apparaissent comme biréfringentes, et, de plus, elles offrent deux régions colorées. En inclinant la plaque qui porte ces lamelles, on remarque qu'elles se colorent dans une plus grande étendue; j'ai pu même apercevoir une ligne noire qui coupait les anneaux.

Après avoir dissous quelques-unes de ces petites lames rhombiques, et après avoir séparé de la dissolution un peu d'oxyde de fer, j'ai pu y constater la présence de l'alumine.

Il faut, d'après ces caractères, rapporter cette matière aux micas à axes écartés, ou aux clinochlores. Un groupement analogue a été signalé dans plusieurs des substances du dernier groupe; mais c'est principalement l'étude des phénomènes optiques qui a dévoilé la structure complexe de certains clinochlores. Ici le groupement est rendu visible par le mélange de la roche qui s'est mariée à ce groupe cristallin, sans en altérer la symétrie. Il faudra d'autres échantillons pour vérifier cette première détermination.

C'est principalement à cause de l'inclinaison qu'il faut donner aux lamelles pour y distinguer une ligne noire, perpendiculaire aux bandes colorées, c'est aussi à cause du toucher un peu onctueux de leur poussière, que j'ai regardé ce petit groupe cristallin comme une variété de clinochlore.

Le Secrétaire présente la note suivante de M. Coquand :

De l'étage des marnes irisées et de l'étage rhétien (couches à Avicula contorta) dans les environs de Montferrat (Var), et de leur séparation au moyen du bone-bed; par M. H. Coquand (Pl. IV).

La connaissance d'un terrain ne peut être complète qu'à la condition de s'appuyer sur beaucoup de travaux de détail. La pénurie de ce genre de travaux est ordinairement d'autant plus grande que le terrain à décrire occupe une surface plus considérable, qu'il est plus tourmenté, qu'il manque de géologues locaux, ou bien que les éléments pétrographiques dont il est composé sont susceptibles de varier sur des points très-rap-

prochés les uns des autres, et ne peuvent, à défaut de fossiles, être définis à l'aide d'une formule commune à la formation tout entière. Ces remarques sont plus spécialement applicables à certains terrains des Alpes provençales, sur lesquels, malgré ou à cause de quelques travaux généraux accompagnés de cartes, mais rédigés à une époque où les questions géologiques n'avaient pas encore atteint le degré de précision auquel elles sont arrivées depuis, il n'existe que quelques rares mémoires dans lesquels, en dehors de leur mérite intrinsèque, on chercherait vainement à saisir les rapports d'ensemble qui relient entre elles les diverses parties dont est constituée leur charpente géologique.

En effet, il n'y a qu'à consulter les statistiques minéralogiques des départements dont est formée l'ancienne Provence pour s'assurer de leur insuffisance relativement à tout ce qui touche à l'établissement et à la délimitation des divers étages des formations secondaires et tertiaires.

Est-il utile de rappeler ici de nouveau que le plus grand nombre des géologues n'a reconnu à notre trias que les deux étages inférieurs, le grès bigarré et le muschelkalk, quand celui des marnes irisées y occupait une si belle place, ainsi que nous l'établissions en 1837 (1) et en 1846 (2); qu'on ne reconnaissait pour base du terrain jurassique dans la Provence maritime que le lias moyen, lorsque l'équivalent du calcaire à Gryphées arquées et l'infra-lias y avaient leur représentant au-dessus des bancs à *Avicula contorta*; que la craie supérieure en était proscrite, lorsque la craie de Villedieu y était personnifiée par une faune qui rappelle d'une manière si frappante celle de Gosau, et que la craie blanche de Meudon trouvait son équivalent synchronique dans les lignites lacustres de Provence? Les terrains de la série tertiaire étaient plus maltraités encore; car non-seulement on s'obstinait à ne voir dans les lignites créacés des environs de Marseille que du terrain miocène, mais on déniait même l'existence d'un éocène; et l'éocène vrai, avec les Nummulites et sa faune du calcaire grossier de Paris, on le refoulait dans la craie supérieure; de sorte que l'on imposait une craie blanche, d'origine marine, à une région qui ne la possédait pas, qu'on lui retirait l'éocène qu'elle possède réellement,

(1) Coquand, *Cours de géologie professé au Muséum d'Aix*.

(2) Coquand, *Sur un gisement de gypse au cap Argentaro*. (*Bull.*, 2^e série, t. III).

et qu'on reléguait dans le miocène la craie de Villedieu avec *Ammonites polyopsis* et toutes les couches crétacées qui la surmontent.

Dans des travaux qui remontent déjà à une trentaine d'années, M. Matheron et moi, nous n'avons cessé de protester contre ces dénis de justice ; mais nos efforts ont échoué contre le parti pris par une certaine classe de géologues de juger plutôt d'après l'autorité que d'après les faits. Ce n'est que dans ces dernières années que réparation nous a été partiellement rendue.

Depuis qu'à la suite des importantes découvertes de M. l'abbé Vallet dans la Tarentaise le prolongement des bancs d'*Avicula contorta* a été signalé par M. Hébert dans les environs de Digne, et par moi jusque sur le littoral de la Méditerranée, on s'était borné plutôt à citer des noms de localités qu'à fournir des descriptions détaillées. M. Dieulafait a comblé fort heureusement en partie cette lacune par plusieurs Mémoires insérés dans le *Bulletin*, et dont le plus récent, qui a la date du 6 mai dernier, a l'avantage de préciser d'une manière plus exacte les caractères généraux des bancs qui séparent, dans la Provence, le lias moyen des marnes irisées. Cette expression de caractères généraux est peut-être d'une application difficile pour un étage qui, comme celui du keuper, est un véritable Protée minéralogique, et dans lequel calcaires travertineux, dolomies, calcaires magnésiens, marnes bariolées, gypses, houille, fer carbonaté, roches de ciment et de chaux hydrauliques sont représentés sur un point, manquent sur un autre, ou se remplacent mutuellement.

C'est justement à cause de la variabilité infinie de ces éléments et des dérangements violents dont le keuper a été le théâtre dans le département du Var, qu'il m'a paru utile de décrire une région très-intéressante dont je viens de terminer l'étude entre Toulon et Nice, et dans laquelle il serait bien difficile de reconnaître, à part la position stratigraphique, le type des marnes irisées des environs d'Auriol et de Roquevaire dans les Bouches-du-Rhône, et même celui des alentours de Toulon.

Cette région, située au-dessus du village de Montferrat, à 16 kilomètres au N. de Draguignan, et qui traverse la route de Castellane, est connue sous les noms des quartiers de Saint-Pons et de la Madeleine. Montferrat, qui doit son nom à des mines de fer gisant dans son territoire, est bâti au confluent de

divers ruisseaux qui forment la rivière de Narturby. Ces affluents, dont les plus importants sont ceux du Baudron et de la Madeleine, ont leur source dans les marnes irisées que l'on voit émerger, dans toutes les dépressions du sol, de dessous les grandes assises jurassiques qui forment le premier gradin montagneux des Alpes provençales, et qu'on peut considérer comme la façade des Basses-Alpes. A partir du lias moyen, le terrain oolithique est formé de puissantes masses de calcaires fendillés, généralement dépourvus d'argiles, et à travers lesquelles les eaux pénètrent jusqu'au niveau des marnes irisées qui les amènent à la surface. La roche, qui affleure dans les parties les plus basses de la vallée, est le gypse avec les argiles bariolées qui lui servent d'escorte; ce n'est que dans les environs de Draguignan que le Narturby entame le muschelkalk, le keuper se trouvant déjà à mi-hauteur sur les flancs des cotéaux.

Le keuper que nous décrivons se recommande par trois particularités qui lui sont spéciales, du moins dans une partie du département du Var : nous voulons parler des couches de houille, des rognons de fer carbonaté et des bancs de ciment naturel que l'on observe à la partie supérieure des argiles gypsifères, et que l'on peut considérer comme des substances subordonnées. Toutes ces roches sont incontestablement placées au-dessous des cargneules keupériennes dont nous parlerons bientôt, donc, *à fortiori*, bien au-dessous des premiers bancs à *Avicula contorta*. Aussi notre étonnement a-t-il été très-grand de voir M. Dieulafait (*Bull.*, 2^e série, t. XXIV, p. 606) placer le charbon minéral exclusivement dans la zone à *Avicula contorta*. Nous n'affirmons rien pour les gisements de Cotignac et de Carros, que nous n'avons pas encore eu l'occasion de visiter; pour ceux de Montferrat, de Châteaudouble, de Bargemont et de Seillans que nous avons fait exploiter, que nous avons explorés pas à pas pendant plus de deux mois consécutifs, et dont nous avons dû mesurer l'épaisseur des couches à 1 millimètre près, nous nous croyons en droit d'être ou ne peut plus affirmatif, et nous pensons que M. Dieulafait, quand il a parcouru la contrée, n'aura pu donner le temps nécessaire à son exploration, ou bien qu'il aura été trompé par un renversement sur la succession normale des couches. Cela ressortira clairement de nos coupes et des détails qui vont suivre.

Nous devons dire aussi que, dans le vallon de la Madeleine et dans le haut Narturby, les divers bancs du keuper de la zone à *Avicula contorta* ont subi des inflexions, des contournements

si énergiques, qu'il faut une attention toute particulière et une certaine habitude de l'étude des grandes montagnes pour pouvoir saisir leur ordre véritable et ne pas être exposé à proclamer des récurrences de faunes ou des interversions d'étages, là où il n'existe en réalité que des ploiements en forme de chevrons ou de simples renversements de couches.

La rivière de Narturby prend naissance dans les contre-forts calcaires qui séparent les eaux tributaires de la Durance de celles qui se déversent directement dans la Méditerranée; et un peu au-dessus de la Madeleine, où elle s'affranchit du terrain jurassique, elle pénètre dans un riant vallon ouvert au milieu de terrains de consistance friable qui présentent une série variée de banes à partir du gypse, qui en constitue la partie visible la plus inférieure jusqu'au lias moyen, dont nous ne dépasserons pas le niveau dans notre étude.

Pour procéder méthodiquement à leur inventaire, nous prendrons pour point de départ le confluent de Narturby et du torrent de la Madeleine, et nous remonterons la montagne jusqu'au château ruiné d'Espérel, dont les fondations sont assises sur les banes à *Ostrea cymbium*. Nous aurons à distinguer dans cette revue trois termes distincts, dont l'un appartient à l'étage des marnes irisées, le deuxième à l'étage rhétien (couches à *Avicula contorta*), et le troisième à celui du lias inférieur.

Jusqu'à présent, la séparation de ces trois termes, dans le midi de la France, a été plutôt une affaire de convenance, suivant le point de vue spécial où chaque auteur se plaçait, que l'expression d'une sentence rendue en vertu d'arguments scientifiques. Comme les corps organisés ne commencent à apparaître, au-dessus de certaines argiles sans fossiles, qu'à des hauteurs susceptibles de varier d'une localité à l'autre, on a pris l'habitude de déterminer les marnes irisées au niveau des premiers calcaires renfermant l'*Avicula contorta*, sans avoir pu établir d'une manière bien précise si plusieurs banes placés au-dessous de ces premiers banes étaient, ou non, une dépendance du keuper.

Nous avons été plus heureux dans nos dernières recherches aux environs de Montferrat, et, grâce à la découverte que nous y avons faite du conglomérat avec ossements de reptiles et de poissons (*bone-bed* des Anglais), découverte qui dote la Provence d'un horizon précieux qui lui manquait jusqu'ici, la limite entre le keuper et la zone à *Avicula contorta* peut s'opérer avec précision et servir à généraliser les conditions identiques qui

ont présidé au dépôt de ces deux étages dans une grande partie de l'Europe.

Le gypse B (Pl. IV, fig. 1), avec ses argiles concomitantes A, forme à la base des marnes irisées des amas considérables, dont la puissance, dans les parties renflées, dépasse une trentaine de mètres, et sur lesquels les argiles qui les recouvrent semblent s'être modelées, tant elles en suivent servilement toutes les inflexions. La description des variétés que présente cette roche, tant sous le rapport de la structure que sous celui de la couleur, serait sans intérêt, et ne reproduirait que des détails connus de tous les géologues. Il nous suffira de faire remarquer qu'elle est très-nettement stratifiée, et que la stratification se trahit partout par des alternances plusieurs fois répétées de couches minces ou de bancs de gypse, tantôt blanc comme l'albâtre, tantôt rouge comme le corail, tantôt gris ou noirâtre, avec des assises d'argiles bariolées, mais chez lesquelles les teintes rouges et vertes prédominent.

On peut s'assurer de ces allures sur le chemin qui relie le château de la Madeleine à la route de Draguignan, dans toute la longueur du vallon de la Madeleine, dont le fond et une partie des berges sont entièrement occupés par le sulfate de chaux, dans Montferrat même et dans le quartier de Bivouasque, à l'ouest de ce village. En suivant la rivière de Narturby jusqu'à Draguignan, on recoupe de distance en distance des amas de gypse, dont le plus formidable, qu'on peut suivre sur une longueur de plusieurs kilomètres, est sans contredit celui qui est exploité presque en face du village de Châteaudouble.

Comme roche subordonnée aux argiles gypsifères, on remarque presque à la partie supérieure du système un banc de cargneule grise C, d'un mètre d'épaisseur environ, à cloisons minces et très-rapprochées, et dont l'intérieur est rempli d'une dolomie terreuse, qui, dans les surfaces exposées aux injures atmosphériques, s'échappe de la prison dans laquelle elle était enfermée, en donnant naissance à un de ces calcaires cloisonnés que l'on retrouve en si grande abondance dans la Provence méridionale, depuis le muschelkalk jusqu'au-dessous du lias moyen. La cargneule dont nous parlons, et qu'il ne faut pas confondre avec celles que nous trouverons à des niveaux plus élevés, est engagée dans l'épaisseur même des gypses et affleure dans le lit de Narturby, un peu au-dessus de la mine de charbon Saint-Auguste, presque en face du moulin, où elle constitue des masses spongieuses, ou bien se subdivise en pla-

quettes régulièrement stratifiées, dont quelques-unes, vers les points de contact, alternent avec des couches minces de gypse. Nous l'avons observée également dans la plâtrière de Château-double, où elle paraît même se montrer à différents niveaux.

Elle est recouverte par 3 mètres de gypse grisâtre D.

Immédiatement au-dessus, on observe une assise d'un calcaire dolomitique jaunâtre E, de consistance terreuse et friable, s'écrasant facilement à l'attaque du marteau et se convertissant à la surface en une espèce de sable argileux fin, mais conservant néanmoins quelque rudesse au toucher. Ce calcaire est disposé en couches confusément stratifiées, et a une puissance moyenne de 4 mètres environ, qui, dans quelques parties renflées, atteint exceptionnellement 7 mètres. Il est traversé par des feuillettes de chaux carbonatée spathique, minces comme une feuille de papier, se croisant dans tous les sens, et dont la disposition réticulée imite un filet à larges mailles. Lorsque ces feuillettes sont très-rapprochés les uns des autres, les dimensions des compartiments deviennent naturellement moins spacieuses, et on voit alors la masse passer insensiblement à une véritable cargneule, dans laquelle il serait difficile de reconnaître un représentant de la roche primitive, si on n'avait pu constater et suivre pas à pas sur le terrain le passage le mieux ménagé de l'une à l'autre. La roche jaunâtre est un véritable ciment naturel qui, outre les qualités communes qu'elle peut partager avec les autres ciments, en possède une spéciale qui réside dans sa couleur jaune chamois, laquelle, pour les façades, reproduit celle de la pierre naturelle et leur donne une teinte très-agréable à l'œil.

Toutefois nous devons ajouter que la teinte jaune, qui domine toujours, se trouve souillée, de distance en distance, par des plaques ou taches blanches irrégulières. Ce défaut est dû à l'interposition, dans la masse du ciment, des feuillettes de carbonate de chaux dont nous avons parlé, ainsi qu'à l'existence de quelques géodes calcaires dont un triage attentif ne parvient point à le débarrasser complètement. Le carbonate de chaux se transforme en chaux vive dans le four et se répand ensuite dans le ciment, quand on le gâche, en lait de chaux qui badigeonne en blanc une portion de la surface des façades, et ne tarde pas à se convertir en carbonate de chaux insoluble par sa combinaison avec l'acide carbonique de l'air. Je pense qu'on pourrait faire disparaître ces souillures par un ponçage super-

ficiel après l'accomplissement de ce phénomène chimique, auquel il est impossible de s'opposer.

Les ciments le plus généralement employés jusqu'ici appartiennent, comme ceux de Vassy et de Pouilly, au lias, comme celui de la Porte-de-France au terrain jurassique, au calcaire de Portland, à l'étage aptien, comme ceux de Roqufort et de la Bedoule, ou bien à la craie supérieure (terrain à lignite de Fuveau), comme ceux de la Valentine et de la Méditerranée. On ne connaissait point encore de ciment dans l'étage kempérien, et c'est à M. d'Espérel père que revient le mérite de cette découverte.

L'aspect extérieur du ciment naturel de la Madeleine, et surtout son gisement au sein des marbres irisés, m'a suggéré l'idée d'y rechercher la magnésie, et j'ai reconnu que cette base y existait en proportion notable, ainsi que le montre le résultat de l'analyse que j'en ai faite :

Eau.....	2, »	} 100
Sable et argile.....	17,17	
Alumine et oxyde de fer.....	3,30	
Carbonate de chaux.....	56,50	
— de magnésie.....	19,03	

La silice intervient dans la proportion de 40 parties pour 100 de chaux et de magnésie. Sur quelques points, et sans que rien puisse l'annoncer extérieurement, la quantité de fer augmente dans des proportions considérables, et on est fort surpris de rencontrer des incuits que leur couleur rougeâtre et leur poids font reconnaître comme fer carbonaté. Cela s'explique par la propriété qu'ont le protoxyde de fer, la chaux et la magnésie, de se substituer les uns aux autres dans le groupe du fer carbonaté.

La pierre à ciment est recouverte par 2 mètres d'un calcaire également magnésien F, de couleur un peu plus blanchâtre, et dont il est difficile de le séparer. Il se débite en petites plaquettes, de friabilité très-grande, fait pâte avec l'eau à la manière de certaines argiles, et il n'est susceptible d'aucune application utile ; seulement il encombre les chantiers d'un déblai stérile et abondant dont il convient de le débarrasser. Le ciment contient, sous forme de traînées irrégulières, une brèche composée de petits fragments anguleux calcaires à peine agglutinés, de couleur jaune brunâtre, et ressemblant à ces matériaux incohérents que l'on remarque souvent dans les dépôts

travertineux modernes. La brèche passe quelquefois à un véritable poudingue, lorsque les fragments ont été arrondis par les eaux; mais ce n'est là qu'un accident local et sans importance.

Comme je le faisais remarquer plus haut, le ciment naturel n'est guère qu'une manière d'être particulière d'une véritable cargneule; or, rien n'est variable comme la cargneule, soit dans sa texture, soit dans son épaisseur, soit dans sa composition, et naturellement la pierre à ciment suit dans ses allures des variations analogues. Ainsi, sur la berge gauche du vallon de la Madeleine, où elle se montre dans son épanouissement le plus respectable, l'épaisseur exceptionnelle de 7 mètres que l'on constate dans la partie renflée de la carrière principale descend brusquement à 4, à une soixantaine de mètres en amont; puis, à une portée de fusil, elle se réduit à une trainée insignifiante, au-dessus des gypses blancs que l'on observe au haut du vallon, et le ciment se convertit graduellement en une cargneule jaunâtre qui en a la couleur, en occupe la place, mais qui est impropre à la fabrication du ciment. Il en est de même en aval, dans la carrière ouverte au-dessous de l'aqueduc, où le front d'abatage n'a plus que 4 mètres, puis 2, au-dessus des affleurements charbonneux, dans le ruisseau même de Narturby. Son prolongement au-dessous de la terre végétale n'est indiqué que par des cargneules jaunes qui ont résisté à la désagrégation plus que les parties terreuses. Enfin, sur la route rectifiée de Castellane à Draguignan, entre l'embranchement de la route de Bargemont et l'amorce de la rectification, le gisement de ciment est représenté par 1 mètre de cargneule solide à la base, et, à sa partie supérieure, par 4 mètres de ciment exploitable. Et ces modifications s'opèrent sur un rayon d'environ deux kilomètres!

A ces inconvénients, tenant aux irrégularités dans les allures et dans la composition, s'ajoute un inconvénient bien plus grave encore, consistant en ce que le cube des pierres de ciment qui sont supérieures au niveau des eaux de la Madeleine s'élève à peine à 1,400 mètres, pouvant suffire à une production de 3 tonnes par jour pendant une année, et qu'après le dérasement de ce cube il conviendra de recourir à des travaux souterrains dont une marchandise vile comme le ciment est incapable de supporter les charges, et qui placeront celui d'Espérel dans l'impossibilité, malgré ses excellentes qualités, de lutter contre les gisements puissants et économiquement approvisionnés de

la Bedoule, de la Valentine, de la Porte-de-France et de Portland.

La roche à ciment avec les plaquettes supérieures est surmontée par 5 mètres environ d'argiles bariolées G, alternant avec des gypses rouges et grisâtres, ainsi qu'on peut le remarquer entre la carrière de l'Aqueduc et le château de la Madeleine.

Vient ensuite un nouveau niveau de cargneule verdâtre H, de 1^m,50 à 2 mètres d'épaisseur, qu'il est impossible, à cause de sa couleur spéciale, de confondre avec aucune autre cargneule de la contrée, et dont la présence sert à établir une séparation tranchée entre les grands amas de gypse et les argiles charbonneuses par lesquelles les roches gypseuses se terminent. Le fond de la roche est une dolomie à grains fins, remplie de géodes tapissées de cristaux de carbonate de chaux, et tellement criblée de vacuoles qu'on serait tenté au premier coup d'œil de la prendre pour un produit volcanique. Les maisons de ferme de la Madeleine sont bâties sur cette cargneule, et on peut la suivre sans interruption sur tout le flanc gauche du vallon de la Madeleine, dans le chemin qui du château conduit à la route de Draguignan, ainsi que dans les alentours de Montferrat.

Aux cargneules vertes succède un système d'argiles grisâtres ou noirâtres I, puissant de près de 15 mètres, et qui est remarquable par les roches subordonnées qu'il contient, et qui toutes, chose étonnante, s'y trouvent noyées sous forme de rognons isolés, de volume variable. Ces roches sont la houille, le fer carbonaté et le gypse. La houille tient la première place, à cause de son abondance relative d'abord, et ensuite à cause de l'importance industrielle à laquelle elle pourrait être appelée, surtout dans un terrain à éléments hydrauliques. Les travaux de recherches exécutés à des périodes diverses consistent en un certain nombre de galeries que l'on a ouvertes sur trois points différents : le premier, à l'ouest, au-dessus de la maison d'habitation, dit la mine de Sainte-Gabrielle ; le deuxième, à l'est, au niveau de la rivière de Narturby, un peu au-dessous des ruines de Saint-Pons, dit mine de Saint-Auguste ; et le troisième, au haut du vallon de la Madeleine, dit mine de la Ginesière. Les fouilles entreprises sur ces divers centres n'ont pu conduire à la découverte d'une couche réglée de charbon, mais bien à celle de rognons plus ou moins espacés, et qui, une fois enlevés, faisaient retomber dans des argiles stériles. Ce combustible se présente généralement sous la forme d'une masse

grenue, très-friable, d'un noir louche tirant sur la couleur de la plombagine, s'égrenant avec la plus grande facilité sous les doigts, et contenant çà et là quelques nœuds d'une houille lamellaire, d'un noir grisâtre, qui le sépare en fragments cuboïdes. On croirait quelquefois avoir sous les yeux du charbon laminaire, tant les joints de clivage réfléchissent vivement la lumière; mais ce miroitement est trompeur; il est dû à l'interposition de lames très-minces et transparentes de chaux sulfatée, dont il est facile de connaître la nature en broyant l'échantillon. La poussière montre alors, et en très-grande abondance, une substance blanche qui n'est autre chose que du gypse. Dans les essais à un feu de forge, on est fort surpris d'obtenir un résidu spongieux blanc de lait, qui s'élève de 50 à 60 pour 100 de la masse essayée, et qui se présente sous la forme d'une carcasse cloisonnée de plâtre dans les alvéoles de laquelle s'était logée la partie charbonneuse. Cette concomitance du gypse et de la houille, à part quelques exceptions, est un fait constant, et il n'est pas rare de recueillir des échantillons chez lesquels ces deux substances alternent régulièrement, en imitant assez fidèlement la disposition de certaines étoffes de deuil, en bandes alternativement blanches et noires. Quelques morceaux de premier choix brûlent avec flamme longue, mais sans boursoffler, en laissant un résidu très-abondant, provenant de l'argile avec laquelle ils sont mélangés dans une grande proportion.

Dire que la houille est dispersée au milieu de l'argile, sans toit ni mur, c'est annoncer par là qu'elle est très-pyriteuse. La pyrite de fer, en effet, s'y trouve disséminée en rognons ou en particules très-fines et très-divisées. Une fois exposée à l'air, elle s'échauffe et finit par euflammer les tas exposés sur les haldes. Jusqu'à ce jour, les travaux de recherches anciens, ceux que j'ai fait exécuter moi-même, pas plus que les nombreux affleurements que les rectifications de la route nouvelle ont mis à découvert sur une étendue considérable, n'ont dévoilé l'existence d'une seule couche réglée qui, abstraction faite de la qualité du combustible, pût permettre de compter sur une production régulière. Les rognons ou nids de houille, dont quelques-uns dépassent 1 mètre de diamètre, se trouvent dispersés sans ordre dans une roche ébouleuse, épaisse de plus de 12 mètres, à travers laquelle il est difficile, pour ne pas dire impossible, de se diriger. On comprend dès lors que, tant que l'on n'aura pas eu la bonne fortune de rencontrer des bancs ré-

guliers, l'exploitation, qu'aucun indice certain ne peut guider, marchera au hasard, restera une exploitation d'aventure, productive aujourd'hui, stérile demain, et qui, si les choses ne devaient pas changer, conduirait fatalement à abattre la masse entière des argiles pour la débarrasser de ce qu'on pourrait appeler à juste titre ses *blocs erratiques* de houille. Or, si les blocs de 1 mètre sont déjà une exception, par contre le plus grand nombre excède rarement 25 ou 20 centimètres, et on en trouve beaucoup encore au-dessous de cette modeste dimension. A en juger par la quantité énorme des argiles accumulées sur les halles, et m'en rapportant à une expérience faite directement par moi dans une galerie que j'ai fait ouvrir au centre même des couches charbonneuses, on peut à peine compter sur 1 mètre de charbon par 50 mètres d'argiles extraites, et on ne peut fixer au-dessous de dix francs l'enlèvement de 1 mètre cube de roche.

Quoi qu'il en soit, ce gisement houiller, qui est si remarquable par la disposition isolée des nids de houille qu'il renferme, et le seul que je connaisse de ce genre, se poursuit avec les mêmes allures dans les communes voisines de Montferrat, de Châteaudouble, de Bargemont, de Seillans et de Fayence. Il rappelle, quoique dans des conditions moins favorables d'exploitation, les gisements, de même nature et du même âge, de Corcelles, de Souhenans et de Semonval, dans la Haute-Saône (1), subordonnés également aux dépôts gypseux et immédiatement placés au-dessus d'eux. Seulement, dans cette partie de la France, la houille se présente en couches variant de 0^m,60 à 0^m,80. On sait aussi qu'à Noroy, près de Vittel en Lorraine, on a exploité, dans les marnes irisées, une couche de houille de 0^m,40, et que cette couche se rencontre à Morchange et à Wal-münster, dans la Moselle (2).

Le fer carbonaté lithoïde est répandu avec bien moins de profusion que la houille; comme elle, il est noyé sans ordre et en rognons perdus au milieu des argiles. Les plus volumineux, mais ils sont rares, atteignent quelquefois les dimensions d'un demi-mètre cube, et les moyens celles d'une boule à jouer. Leur surface est lisse ou tuberculeuse, et recouverte d'une patine noirâtre, tandis que la masse, que le premier coup de marteau fait éclater en fragments polyédriques et avec cassure

(1) Thirria, *Statistique de la Haute-Saône*, p. 297.

(2) *Explication de la carte géologique de la France*, t. II, p. 59.

conchoïdale, consiste en une substance pierreuse, jaune nankin, ou d'un blond pâle, que, sans sa pesanteur et sa composition, on serait tenté de prendre plutôt pour une pierre lithographique que pour une mine de fer. Elle est fréquemment traversée par de petits filons de gypse blanc saccharoïde ou fibreux. Il en existe une variété de couleur brun chocolat et présentant dans sa cassure ces granulations ou réticulations spéciales aux roches qui cristallisent en boules et qu'on observe surtout dans le porphyre orbiculaire de Corse. Le fer carbonaté est sujet à se décomposer. La décomposition s'attache d'abord à la surface des blocs et pénètre successivement dans l'intérieur; quand elle parvient jusqu'au centre, ce qui se vérifie surtout dans les rognons d'un faible calibre, la roche, de compacte qu'elle était, devient terreuse et passe à l'état de fer hydraté jaune. Les progrès de la transformation se traduisent par une série d'enveloppes concentriques qui se modèlent exactement sur un noyau qui ordinairement est resté sain. J'ai recueilli quelques rognons qui étaient d'une légèreté remarquable et convertis en une espèce d'ocre tendre tachant les doigts. MM. Langlois et Jacquot (1) ont décrit plusieurs gisements de minerais de fer en rognons, également subordonnés aux marnes irisées, dans les bois d'Alzing, de Brettnach, de Volving et de Walmünster, dans le département de la Moselle.

Le gypse accompagne les deux produits que nous venons de mentionner, et, s'il est moins abondant que le charbon, il est plus répandu que le fer carbonaté. Comme eux, il se présente sous forme de sphères de volume variable, complètement isolées et rappelant les gypses tertiaires du Volterrano, ou bien il court au milieu des argiles charbonneuses en petits filons blancs, à structure fibreuse. Le sulfate de chaux n'avait donc pas cessé de se former quand la houille et le fer carbonaté se sont déposés. Aussi considérons-nous les argiles charbonneuses comme une dépendance directe des amas gypseux; seulement, il est évident que le sulfate de chaux ne se trouvant plus en quantité suffisante dans les eaux qui le tenaient en dissolution pour former des couches ou des bancs épais comme dans la partie inférieure, il a dû se pelotonner sous forme de boules au milieu des argiles, ou en remplir les fentes sous celle de filons maillés.

Nous avons observé, dans les travaux de recherches de la

(1) *Annales des mines*, 4^e sér., vol. XX, p. 121.

mine Saint-Auguste, quelques blocs dans lesquels le gypse et le ciment se trouvaient mélangés d'une manière intime. Le premier, de couleur blanche, était distribué dans la masse sous forme de mailles ou de cloisons réticulées, et le ciment, de couleur jaune, remplissait l'intérieur des cloisons. C'était une cargneule d'un nouveau genre, dans laquelle les cloisons, au lieu d'être composées de calcaire, l'étaient de sulfate de chaux; or, comme celui-ci, à cause de sa solubilité plus grande, est le premier à disparaître dans les portions de la roche soumises aux attaques de l'eau, il en résulte que la surface des blocs présente une espèce de mosaïque jaune à compartiments polyédriques, séparés les uns des autres par suite de l'enlèvement du sulfate de chaux qui relie les divers fragments dans les parties restées saines. C'est tout à fait l'inverse de ce qui se produit dans les cargneules ordinaires, où la dolomie, plus friable, étant la première à s'échapper, il ne reste de persistant que les cloisons calcaires.

Les argiles charbonneuses constituent le niveau le plus élevé des couches à gypse; on n'en retrouve plus au-dessus. Il n'y a qu'à examiner les circonstances générales qui accompagnent le sulfate de chaux dans les gisements dont nous venons d'esquisser la physionomie, son alternance plusieurs fois répétée avec des argiles et des calcaires magnésiens, son mélange intime avec la houille, le fer carbonaté, pour se convaincre qu'il a été déposé normalement, et par voie aqueuse, dans les terrains qui le contiennent, et qu'il serait impossible de lui reconnaître une origine métamorphique, à moins de violer les règles les plus saines de la géologie, qui, toutes, protestent contre une pareille hypothèse.

Au-dessus des argiles carbonifères, on observe une assise rouge J de 2 mètres, au milieu de laquelle s'éparpillent des plaques irrégulières ou des amas travertineux jaunes, parallèles au sens de la stratification.

Puis apparaît une grande masse de cargneules K, épaisse de plus de 12 mètres, qui fournit un point de repère des plus saillants et des plus précieux de la contrée, parce qu'il permet, même de loin, d'établir une séparation tranchée entre les argiles gypsifères et carbonifères, qu'on peut appeler les argiles irisées par excellence, et le système supérieur du keuper, qui est composé de dolomies et de marnes verdâtres, mais sans gypse ni charbon. Ces cargneules sont, sans contredit, ce que l'on peut imaginer de plus irrégulier comme allures et de plus

incohérent comme composition. L'élément prédominant est la dolomie; la structure la plus fréquente, la structure cloisonnée. La dolomie est ordinairement grenue et miroitante, compacte, ou bien criblée de petites vacuoles tapissées de cristaux microscopiques de chaux carbonatée. Sa couleur varie du blanc sale au jaune d'ocre. Elle se présente tantôt en bancs réguliers, bien stratifiés, et tantôt en encroûtements baveux englobant des fragments anguleux d'autres roches calcaires, empruntées, suivant toute vraisemblance, au muschelkalk, ou bien des nids d'argiles verdâtres.

A ces dolomies sont associés des calcaires rougeâtres ou jaunâtres, compactes ou crevassés, d'aspect travertineux, formant des couches interrompues, empâtant à leur tour des fragments argileux disposés en amas ou en traînées. Mais la roche qui imprime à cette assise son cachet spécial est la cargneule, roche essentiellement composée d'une carcasse de calcaire spathique cloisonné, et dont l'intervalle des cloisons est rempli par de la dolomie plus ou moins terreuse ou par des argiles calcarifères. Lorsque la cargneule est pleine, elle n'est autre chose qu'une roche bréchiforme, composée de deux éléments; lorsqu'au contraire, et surtout à la surface, les cloisons ont été débarrassées de leur dolomie ou de leur argile, il ne reste plus qu'une masse cariée, privée accidentellement d'un de ses éléments constitutifs. On ne saurait se refuser à reconnaître à ces produits calcaréo-magnésiens une origine travertineuse, que trahissent suffisamment leur composition, leur mélange, leur irrégularité et leur position au sein des marnes irisées, d'où ils semblent surgir comme des dykes éruptifs. Leur disposition en murailles déchaussées et saillantes tient d'un côté à leur solidité propre, et, d'un autre, à la désagrégation facile des argiles au milieu desquelles ils sont pour ainsi dire noyés. Cinq cents mètres au-dessus du village de Montferrat, la rectification de la route a fait découvrir dans la grande assise des cargneules dont nous nous occupons en ce moment un banc d'un calcaire bleu turquin entièrement pétri de pisolithes blanches à couches concentriques, de dimensions inégales, mais dont les plus volumineuses dépassaient la grosseur d'une noix.

Les cargneules sont recouvertes par dix mètres d'argile verdâtre L alternant avec des dolomies blanches ou jaunâtres, grenues, disposées en cordons réguliers, et remplies de grandes crevasses occupées par des argiles jaunes ou par des dolo-

mies jaunes. Elles jouissent de la propriété, par suite de faux joints de stratification, de se débiter en fragments parallépipédiques de très-petite dimension. Ces argiles forment indubitablement le couronnement des marnes irisées, car nous allons voir leur succéder une série de bancs de composition différente, et qui, par les fossiles qu'ils contiennent, annoncent un ordre de choses nouveau et nous placent en plein dans la zone à *Avicula contorta*. Il s'agissait de trouver entre ces deux étages une ligne rigoureuse de démarcation, et nous avons eu la bonne chance, après l'avoir vainement cherchée pendant plusieurs années, de la trouver dans ce fameux conglomérat d'ossements de poissons et de reptiles, connu sous le nom de *bone-bed*, et qui, sous le château ruiné d'Espérel, repose directement sur les argiles vertes avec les dolomies subordonnées que nous venons de mentionner.

Toutefois, avant de procéder à la description des couches à *Avicula contorta*, nous dirons que le keuper, dans la région que nous venons de décrire, se divise en deux sous-étages, dont le plus inférieur comprend les argiles bariolées avec gypses et les combustibles minéraux, et le deuxième les cargneules, les dolomies et les argiles vertes. Dans le premier, l'élément argileux prédomine; dans l'autre, c'est l'élément magnésien.

Quant aux épaisseurs, elles se répartissent de la manière suivante :

	{	A Argiles bariolées	10	}	
		B Gypse en amas	30		
		C Cargneules grises	1		
		D Gypse	2		
Partie	{	E Ciment	8	}	78 m.
inférieure..		F Ciment terreux	2		
		G Argiles gypsifères	5		
		H Cargneules vertes	2		
		I Argiles charbonneuses	15		
		J Argiles rouges	3		
	{	K Cargneules supérieures	12	}	
Partie		L Argiles vertes et dolomies	10		
supérieure..					
Total.			100 m.		

Comme roches caractéristiques, on peut choisir le gypse, la cargneule verte H et les cargneules supérieures K. Ces der-

nières remplissent un rôle vraiment important et qui paraît offrir un caractère persistant dans toute l'étendue du Var. Quant aux autres roches, le gypse excepté, elles sont susceptibles de varier d'une localité à l'autre, et encore, pour le gypse, il ne conviendrait pas de réclamer aux gisements du Var les anhydrites d'Auriol et de Roquevaire dans les Bouches-du-Rhône. Les charbons, le fer carbonaté, le ciment manquent sur une foule de points. Quant aux cargneules, il en existe sur tous les niveaux, et les cargneules vertes H, qui sont un guide si constant pour le keuper des alentours de Montferrat, font défaut dans les environs de Draguignan et dans la vallée du Gapeau. En conséquence, il ne faut pas attacher à la présence de cette roche plus d'importance qu'elle n'en a réellement, d'autant plus qu'il n'est pas rare d'en observer des lambeaux interrompus enclavés au milieu des argiles, et qui représentent souvent la continuation de bancs épais qui finissent par disparaître de cette manière.

2^o Zone à *Avicula contorta*.

Aux marnes bariolées, aux gypses et aux amas charbonneux, aux grandes masses de cargneules dolomitiques qui caractérisent l'étage des marnes irisées, nous allons voir succéder des calcaires gris ou bleuâtres, fossilifères, en couches bien réglées et conduisant jusqu'à d'autres calcaires remplis de silex, également fossilifères, mais dont les fossiles sont ceux du lias moyen, tels que l'*Ostrea cymbium*, *Pecten æquivalvis*, *Terebratula resupinata*, etc.

Au-dessus des argiles vertes par lesquelles se termine le keuper, et en continuant toujours la même coupe du vallon de la Madeleine au château ruiné d'Espérel, un peu au-dessus de la bergerie qui est bâtie sur les cargneules supérieures, on observe (Pl. IV, fig. 2) :

1. Une assise de calcaire magnésien terreux jaune (chaux hydraulique), traversée dans son milieu par un petit lit de poudingue de 4 centimètres au plus de puissance. Ce lit est composé de petits galets calcaires anguleux ou arrondis, reliés par une espèce de mortier argilo-calcaire dans lequel sont noyés des fragments calcaires de très-petite dimension. On y observe aussi, mais ils sont rares, quelques cailloux roulés de quartz hyalin. Ce qui donne à ce poudingue une importance

géo'ogique capitale, c'est la présence de nombreux ossements de reptiles et de poissons, que l'on reconnaît si aisément d'après leur structure, et à leur surface luisante, comme si elle était vernie. Il est évident que ce niveau à reptiles, au-dessus duquel apparaissent pour la première fois les *Avicula contorta*, représente le fameux conglomérat décrit et connu sous le nom de *bone-bed*, et que tous les auteurs qui s'en sont occupés considèrent comme étant la base de la zone à *Avicula contorta*. Il faut quelque attention pour rencontrer en place ce conglomérat, que sa faible puissance peut faire négliger, et qui, sur beaucoup de points, est masqué par les éboulis. Outre le point que je décris ici, et d'où j'ai retiré de très-belles plaques, je l'ai remarqué aussi près de l'embranchement des routes de Castellane à Bargemont, ainsi que sur les accotements de la route de Draguignan qui fait face au château de la Madeleine. 0^m,80

2.	Argile jaune tenace, feuilletée.	0 ,25
3.	Calcaire gris avec <i>Avicula contorta</i> , lumachelle remplie de coquilles non déterminables.	0 ,05
4.	Calcaire jaune, argilifère.	0 ,05
5.	Calcaire gris, fossilifère, lumachelle avec <i>Avicula contorta</i> , <i>Ostrea</i> , <i>Cardium</i> , <i>Nytilus</i> , etc.	0 ,08
6.	Calcaire jaune passant à la cargneule.	0 ,30
7.	Argile grise.	0 ,15
8.	Argile jaune mélangée de calcaire jaune.	0 ,80
9.	Calcaire gris, tuberculeux et bosselé à la surface, lumachelle avec <i>Avicula contorta</i> et écailles de poissons.	0 ,45
10.	Argile jaune.	0 ,30
11.	Calcaire tuberculeux avec <i>Avicula contorta</i>	0 ,25
12.	Argile jaune.	0 ,25
13.	Calcaire tuberculeux (lumachelle).	0 ,25
14.	Argile jaune feuilletée.	0 ,20
15.	Calcaire tuberculeux avec <i>Avicula contorta</i>	0 ,30
16.	Calcaire gris à cassure grenue, en plaquettes minces, très-régulières, se débitant à la manière d'ardoises grossières, alternant avec des calcaires gris, argilifères, fossilifères.	1 ,00
17.	Argile jaune feuilletée.	0 ,35
18.	Calcaire gris, tuberculeux, fossilifère.	0 ,20
19.	Calcaire gris en plaquettes, fossilifère.	0 ,80
20.	Argile jaune.	2 ,00
21.	Calcaire jaune magnésien passant à la cargneule.	2 ,00
22.	Calcaire gris.	2 ,00
23.	Calcaire gris avec cargneule interposée.	1 ,00
24.	Calcaire gris, lumachelle à fossiles indéterminables, dernier banc fossilifère.	1 ,60
		15 ^m ,33

. *Infralias.*

25. Calcaire jaune magnésien.....	0 ,90
26. Calcaire gris à grains miroitants.....	2 ,00
27. Argile jaune et verte.....	3 ,00
28. Calcaire jaune magnésien, mélangé de calcaire gris, compacte, à cassure conchoïde, passant à la cargneule à la partie supé- rieure.....	3 ,00
29. Calcaire jaunâtre compacte sans fossiles.....	5 ,00
	13 ^m ,90

C'est au-dessus de ce dernier banc que se développent les premiers calcaires fossilifères de la formation liasique; ils débutent par un calcaire jaunâtre entièrement pétri d'articles de Pentacrinites, auxquels succèdent d'autres calcaires gris en couches épaisses, bien réglées, traversées par des lits interrompus de silex blanchâtre, et contenant des Bélemnites, des *Rhabdocidaris*, le *Pecten æquivalvis*, l'*Ostrea cymbium*, etc.

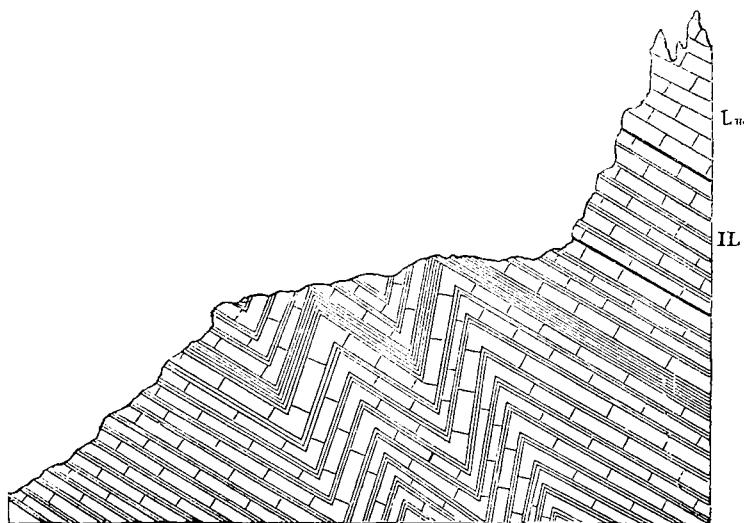
Ces divers corps organisés annoncent entre les gisements de la Sainte-Baume, de Toulon, de Cuers et ceux des environs de Montferrat une continuité non interrompue. Seulement, il existe des différences notables dans l'épaisseur et la composition des roches comprises entre le trias et les premiers bancs du lias moyen. Et d'abord, dans le vallon de Narturby, la zone à *Avicula contorta* acquiert un plus grand développement que dans les environs de Belgentier, de Lavalette, de Saint-Nazaire, de Roquevaire et de Trets; par contraire, on voit descendre à une douzaine de mètres seulement les calcaires magnésiens blanchâtres ou jaunâtres, les dolomies et les calcaires bleus intercalés entre les derniers bancs fossilifères à *Avicula contorta* et les premières assises du lias moyen, roches dans lesquelles on peut voir raisonnablement l'équivalent de l'infralias et du lias à Gryphées arquées; or, ces roches, dans la vallée du Gapeau, à Belgentier, dans les communes de Cujes, du Plan d'Aupt, d'Auriol et de Trets ne mesurent pas moins de 50 mètres. Ces variations tiennent à une simple modification dans le caractère pétrographique et n'attaquent en rien l'indépendance et la succession normale des faunes. Elles n'ont donc qu'une importance relative en géologie, et ne servent peut-être qu'à rattacher plus intimement, au point de vue zoologique, la zone à *Avicula contorta* du midi de la France

au même horizon dans les Alpes italiennes, les grandes Alpes, la Bavière, l'Angleterre, la Côte-d'Or, avec lesquelles la découverte que je viens de faire à Montserrat du conglomérat avec ossements de reptiles et de poissons (*bone-bed*) lui donne un trait de ressemblance de plus. En admettant que l'étage à *Avicula contorta* finisse là où finissent les bancs fossilifères, c'est-à-dire au n° 24 de notre coupe, son épaisseur serait de 15 mètres 33, et il resterait 13 mètres 90 pour celle de l'infralias et du lias à Gryphées arquées.

Je ne saurais trop recommander aux géologues qui seraient désireux de connaître à fond la géologie des bancs à *Avicula contorta* du midi de la France les environs de Montserrat, ainsi que les montagnes qui s'étendent entre Bargemont et la forêt des Blaques dans la commune de Châteaudouble. Outre que cet étage s'y trouve très-largement développé, il s'y présente également avec une grande abondance de fossiles, et, ainsi qu'on a pu le voir par les détails précédents, sa séparation d'avec les marnes irisées s'opère avec la plus grande sûreté, grâce à l'existence des *bone-beds*. L'observateur s'y familiarisera de plus avec les accidents orographiques les plus étranges et les plus inattendus. La fig. 3, Pl. IV, donne la coupe prise sur la rectification de la route de Castellane, entre le vallon de la Madeleine et l'embranchement de Bargemont; mais, sur le sentier qui conduit à la ferme du Colombier, l'on voit des couches du keuper, de l'étage rhétien et du lias moyen repliées sur elles-mêmes de mille manières différentes, recourbées en cerceaux, ou repliées en chevrons. La série complète est renversée dans le monticule qui supporte les ruines de Saint-Pons, où l'on voit le lias moyen supporter l'infralias, celui-ci les bancs à *Avicula contorta*, et ces derniers les argiles vertes keupériennes ainsi que le grand banc des cargneules et les argiles charbonneuses.

En suivant le lit du Narturby depuis le vallon de la Madeleine jusqu'aux environs de Montserrat, on passe en revue des terrains tellement bouleversés qu'il faut du temps pour remettre en leur place et relier les uns aux autres les lambeaux que les soulèvements ont dénivelés. Nous nous contentons de représenter dans le diagramme suivant un exemple de ploiement qui a affecté les bancs à *Avicula contorta* et que l'on voit très-clairement exprimé sur la berge droite du Narturby, au-dessous des grands escarpements calcaires du village de Châteaudouble. Les calcaires lumachelles avec *Avicula contorta* y alternent

très-régulièrement avec des argiles noirâtres qui deviennent



Lm Lias commun. — IL Infralias.

grises après avoir été exposées au grand air. Cette coupe rappelle la disposition en chevrons du terrain houiller d'Anzin.

Séance du 20 janvier 1868.

PRÉSIDENCE DE M. BELGRAND.

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

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. LANDA (Louis), imprimeur, à Châlon-sur-Saône (Saône-et-Loire); présenté par MM. Demilly et Alf. Caillaux.

Le Président annonce ensuite une présentation.

La Société reçoit :

De la part de M. Alphonse Milne-Edwards, *Recherches anatomiques et paléontologiques pour servir à l'histoire des oiseaux fossi-*

les de la France, in-4, 14^e livraison ; Paris, 1867 ; chez Victor Masson et fils.

De la part de M. E. Renevier, *Complément de la faune de Chevillon*, in-8, 93 p., 2 pl. ; Lausanne, 1867 ; chez Paul Dardel.

De la part de la Direction de la Société géognostique et minière de la Styrie, *Carte géologique de la Styrie*, 4 f. ; Gratz, 1863 ; chez Th. Schneider,

Annales des Mines, 6^e série, t. XI, 2^e et 3^e livraisons de 1867 ; Paris, 1867 ; chez Dunod ; in-8.

L'Institut, n^o 1776 ; 1868, in-4.

The Athenæum, n^o 2099, 1868, in-4.

M. Le Président soumet à l'approbation de la Société une proposition du Conseil tendant à faire don au Muséum d'histoire naturelle des collections jusqu'ici conservées dans le local de la Société.

M. de Verneuil ne croit pas qu'il soit opportun de soulever cette question avant qu'un changement de local ait été décidé.

M. Louis Lartet expose que la proposition est faite dans l'intérêt même de la conservation des collections et pour qu'elles soient plus facilement consultées.

M. Levallois est d'avis qu'on ne doit disposer de rien sans l'agrément des donateurs, qui pourront réclamer la restitution de ce qu'ils ont donné si la Société vient à s'en dessaisir.

M. Hébert, en s'associant aux observations de M. Levallois, insiste sur l'intérêt que présentent plusieurs de ces collections, sans lesquelles des mémoires importants seraient aujourd'hui difficiles à comprendre. Il propose donc qu'avant toute décision le Conseil nomme une Commission chargée de se rendre compte de l'état des collections actuellement conservées rue de Fleurus, et de rédiger un rapport sur cet objet.

Après quelques observations de MM. Levallois, Michal et Alph. Milne-Edwards, la proposition de M. Hébert est adoptée à l'unanimité.

M. Hébert présente un travail de M. Renévier sur le terrain crétacé de Cheville (v. la *Liste des dons*) et communique, à cette occasion, la note suivante de l'auteur :

Note sur les trois faunes méso-crétacées de Cheville (Alpes-Valaisannes); par M. E. Renévier.

En offrant à la Société géologique ma cinquième *Notice sur les Alpes vaudoises*, je voudrais résumer dans le *Bulletin* les principaux résultats auxquels je suis arrivé par cette nouvelle étude, qui avait pour objet le riche gisement de Cheville.

La première moitié de ce travail, parue déjà en juin 1866, contenait la *Géologie de Cheville* et l'énumération critique des *céphalopodes* de ce gisement, pour laquelle j'avais eu l'avantage de collaborer avec M. le professeur F.-J. Pictet, de Genève. Pour la seconde moitié, qui vient de paraître sous le titre de *Complément de la faune de Cheville*, j'ai été privé de cette précieuse collaboration.

En tout, j'ai reconnu 252 espèces, parmi lesquelles il n'y a que 15 *nov. sp.* décrites. Elles sont réparties de la manière suivante dans les trois horizons méso-crétacés de Cheville :

ESPÈCES.	Vertébrés.	Articulés.	Céphalopodes.	Gastéropodes.	Acéphales.	Brachiopodes.	Bryozoaires.	Échinides.	Coralliaires.	Spongiaires.	Total.
Spéciales à la faune sup.	»	»	3	7	2	»	»	1	»	»	13
Transitives	»	»	16	»	2	»	»	5	»	»	23
Spéciales à la faune moy.	1	1	40	56	54	5	1	9	3	1	171
Transitives	»	»	8	5	4	»	»	1	»	»	18
Spéciales à la faune inf.	1	1	7	7	10	»	»	1	»	»	27
<i>Totaux.</i>	2	2	74	75	72	5	1	17	3	1	252

Il y a donc 18 espèces transitives de la faune inférieure à la faune moyenne, soit 24 p. 100, et 23 espèces passant de la faune moyenne à la faune supérieure, soit 37 p. 100. Aucune espèce n'est commune aux trois faunes.

La *faune inférieure* appartient à l'étage *albien*, car, de ses 45 es-

pèces, 38 sont caractéristiques du gault inférieur ou gault proprement dit. Les plus fréquentes sont :

<i>Ammonites mamillatus</i> , Schl.		<i>Inoceramus concentricus</i> , Park.
<i>Ancylloceras Blancheti</i> , Pict. et C.		— <i>Salomoni</i> , d'Orb.
<i>Solarium Hugianum</i> , Pict. et Rx.		<i>Plicatula radiola</i> , Zk.
<i>Aporrhais obtusa</i> , Pict. et C.		<i>Hemiaster minimus</i> (Ag.) Des.

La *faune supérieure* appartient à l'étage *rothomagien*, car, de ses 36 espèces, 23 ont leur gisement habituel dans la craie de Rouen. Les principales sont :

<i>Ammonites varians</i> , Low.		<i>Baculites baculoides</i> (Mant.) d'Orb.
— <i>rothomagensis</i> , DeFr.		<i>Turrilites Scheuchzerianus</i> , Bosc.
— <i>Cunningtoni</i> , Sharp.		<i>Avellana cassis</i> , d'Orb.
— <i>Mantelli</i> , Sow.		<i>Holaster subglobosus</i> (Lesk.) Ag.
— <i>planulatus</i> , J. Sow.		<i>Discoidea cylindrica</i> , (Lk.) Ag.

C'est la première fois que cette faune rothomagienne est constatée avec certitude dans nos Alpes.

Entre ces deux faunes extrêmes, dont l'âge géologique est bien évident, s'en trouve une troisième, beaucoup plus riche, puisqu'elle contient en tout 212 espèces. Cette *faune moyenne*, qu'on nomme généralement en Suisse *gault supérieur*, présente de grands rapports paléontologiques avec le cénomanién inférieur ou zone à *Pecten asper* et son équivalent anglais le *upper-green-sand*.

Mon étude m'a conduit à la conclusion que le *gault supérieur* du bassin suisse et le *cénomanién inférieur* anglo-parisien ne sont que deux *facies* d'un seul et même étage, intermédiaire entre l'albien et le rothomagien, et dont la faune est à peu près également distincte des faunes antérieure et postérieure. Prenant pour type le riche gisement de la Vraconne, près Sainte-Croix, devenu classique par la belle monographie de MM. Pictet et Campiche (*Paléontologie suisse*), je nomme cet ensemble de fossiles *faune vraconienne*. Elle relie intimement le gault aux horizons cénomaniens, et m'engage à le réunir avec eux dans une même accolade, comme groupe moyen du système crétacé, ainsi qu'il suit :

Groupe méso-crétacé ou CÉNOMANIEN.	}	Étage TURONIEN = Zone à <i>Inoceramus mytiloides</i> .
		— CARENTONIEN = Zone à <i>Ostrea bauriculata</i> .
		— ROTHOMAGIEN = Zone à <i>Ammonites rothomagensis</i> .
		— VRACONNIEN = Zone à <i>Pecten asper</i> .
		— ALBIEN = Zone à <i>Ammonites mamillatus</i> .

Les trois étages inférieurs de ce groupe sont seuls représentés dans nos Alpes. Ils reposent sur l'étage aptien qui termine le *groupe néocomien*, mais n'ont avec lui aucune liaison paléontologique. Ils sont, d'autre part, recouverts par le terrain nummulitique, représenté seulement par son étage supérieur. Il y a donc lacune pendant toute la fin de l'ère crétacée et le commencement de la période tertiaire.

Enfin, Cheville est un point du globe sur lequel les faunes se sont modifiées lentement et graduellement, car la proportion des espèces transitives me paraît être plus considérable qu'elle ne l'est habituellement.

M. de Lapparent fait observer que le nouvel étage crétacé que distingue M. Renevier n'est autre que l'étage de la *gaize*, dont il est facile de suivre le niveau dans tout le bassin de Paris.

M. Albert Gaudry présente la note suivante au nom de l'auteur :

Note sur la flore fossile de Coumi (Eubée); par M. Gaston de Saporta.

Au moment même où j'insérerais dans le grand ouvrage de M. Alb. Gaudry, intitulé : *Animaux fossiles et Géologie de l'Attique*, une notice sur les plantes fossiles de Coumi, M. F. Unger, à qui l'on devait déjà une première description de cette localité (1), publiait de son côté une *Flore fossile de Coumi* (2), basée sur l'étude d'un grand nombre d'échantillons et comprenant un total de 116 espèces.

Les éléments de mon travail, dont le cadre était d'ailleurs beaucoup plus modeste, m'avaient été principalement fournis par la collection rapportée de Grèce par M. A. Gaudry, et dont M. Brongniart avait fait l'objet d'une communication antérieure

(1) Cette description fait partie de l'ouvrage intitulé : *Wissenschaftliche Ergebnisse einer Reise in Griechenland*, etc., von Dr F. Unger. Wien, 1862, p. 143 et suiv.

(2) *Die fossile Flora von Kumi auf der Insel Eubœa*, von Prof. Dr F. Unger, mit 17 Tafeln, Wien, 1867.

à l'Académie des sciences (1). Les matériaux réunis par les soins de M. Unger ont été bien plus abondants. On peut donc regarder ce dépôt qui sert pour ainsi dire, en Grèce, dans le règne végétal, de pendant à celui de Pikermi, comme bien exploré maintenant; les deux notices, très-inégales, il est vrai, en mérite et en étendue, ayant été rédigées simultanément et sans que les auteurs respectifs aient pu s'entendre, il m'a paru utile, dans l'intérêt de la science, de venir avec impartialité en exposer les résultats.

M. Unger a décrit et figuré 116 espèces de Coumi; j'en ai mentionné seulement 66, en m'aidant du premier travail de M. Unger. De son côté, M. Unger n'a pu signaler que d'une manière très-vague les espèces dont M. Brongniart avait parlé dans son rapport à l'Académie, et dont le savant professeur de Vienne ne connaissait ni les échantillons ni les figures, puisque ces espèces étaient restées inédites. Il est résulté de cette circonstance une certaine confusion qu'il est bon d'éclaircir, si l'on ne veut pas s'exposer à laisser la même espèce inscrite sous deux dénominations absolument différentes. Certaines de mes attributions doivent être abandonnées; d'autres étaient fondées sur des fragments isolés ou incomplets, et les riches documents publiés par M. Unger viennent jeter sur elles un nouveau jour.

L'auteur allemand s'est trompé sur quelques points au sujet desquels il a bien voulu s'expliquer avec une parfaite courtoisie; enfin, il a fait précéder son travail de considérations générales sur l'âge et le caractère de la flore de Coumi qui doivent fixer l'attention à cause de l'importance des conclusions formulées par l'auteur. Il y a donc à revenir sur ces divers points; je commencerai par reprendre la liste de mes espèces, sans entrer dans la discussion de celles que M. Unger vient de publier pour la première fois et dont il n'était pas question dans ma notice; je terminerai par des considérations d'ensemble.

1° *Callitris Brongniartii*, Endl. — M. Unger reconnaît comme moi l'existence de cette espèce; mais, par une méprise que ce savant ne peut s'expliquer, le bel exemplaire figuré par lui Pl. 1, fig. 1-2 de sa flore ne saurait lui être attribué. C'est un grand rameau à feuilles squamiformes, étroitement opprimées, et insérées dans un ordre alterne ou subspiral sur les ramifica-

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, t. LII, séance du 17 juin 1864.

tions principales, décussées ou subopposées sur les petits ramules. Un strobile à quatre écailles valvaires est encore attaché à un court ramule latéral. Cette empreinte dénote visiblement un *Widdringtonia* analogue aux *W. brachyphylla* et *antiqua*, que j'ai signalés le premier dans les gypses d'Aix (1), le second dans les calcaires marneux de Saint-Zacharie (2). Cependant, la forme plus allongée-conique du fruit de l'exemplaire de Coumi annonce probablement l'existence d'une nouvelle espèce que l'on pourrait nommer *Widdringtonia kumensis*. La présence du genre *Widdringtonia* dans la végétation de Coumi est d'autant plus à remarquer que, tout en étant en parfaite liaison avec les flores éocènes et tongriennes où l'on rencontre souvent ce type de Cupressinée, elle accuse encore mieux les tendances analogiques *austro-africaines* de cette végétation, tendances que M. Gaudry a signalées également dans la faune de Pikermi.

2° *Sequoia Langsdorfi*, Heer. — D'après les exemplaires accompagnés de fruits, figurés par M. Unger, ce n'est pas le *Sequoia Langsdorfi* qu'il faut signaler à Coumi, mais bien le *S. Tournalii*, espèce d'Armissan dont j'ai décrit les divers organes et dont les strobiles concordent tout à fait avec ceux du *Sequoia* de Coumi, tandis que le *Sequoia Langsdorfi* a des fruits beaucoup plus petits. Le *Sequoia Tournalii*, Sap. (3), est de toutes les espèces fossiles du genre celle qui reproduit le plus fidèlement l'aspect du *Sequoia sempervirens*, de Californie, que l'horticulture a ramené en Europe après un intervalle de plusieurs milliers de siècles.

3° *Pinus hellenica*, Sap. — C'est l'espèce que M. Unger décrit sous le nom de *Pinus holothana*, en l'accompagnant de belles empreintes de cônes. L'auteur la compare avec raison au *Pinus insignis*, Dougl., originaire de Californie.

4° *Podocarpus eocenica*, Ung. — M. Unger indique, au lieu de cette espèce, le *P. taxites*, Ung., dont les feuilles sont plus courtes, plus larges et plus obtuses au sommet.

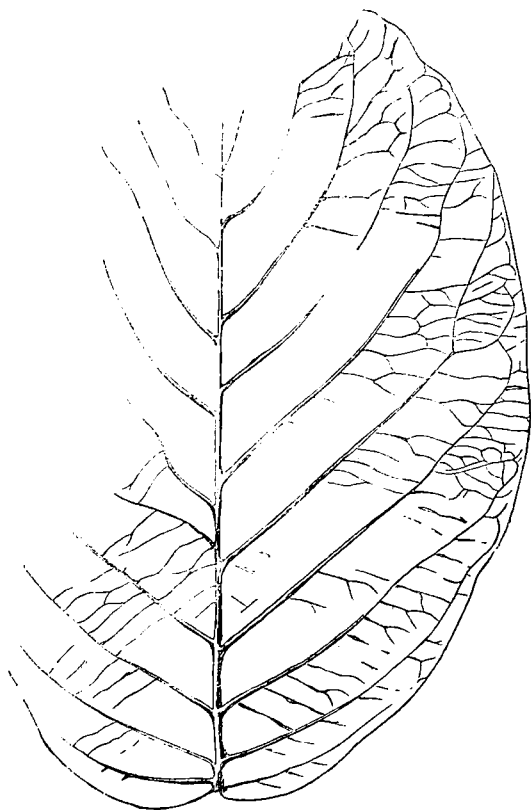
5° *Myrica Unger*, Heer. (*Dryandra Unger*, Ettingh.). — *Myrica Solonis*, Sap. (*Banksia Solonis*, Ung.). — *Myrica lævigata*, Sap. (*Dryandroides lævigata*, Heer.). — *Myrica hakeæfolia*, Brngt. (*Dryandroides hakeæfolia*, Ung.). — *Myrica banksiæfolia*, Ung.

(1) *Ann. Sc. nat.*, 4^e série, t. XVII, p. 211, Pl. II, fig. 7.

(2) *Ibid.*, t. XIX, p. 33, Pl. III, fig. 3.

(3) *Voy. Ann. Sc. nat.*, 5^e série, t. IV, p. 51, Pl. II, fig. 1.

(*Dryandroides banksiaefolia*, Heer.). — *Myrica angustifolia*, Brngt.
Dryandroides angustifolia, Ung. — Toutes ces espèces, qui constituent des formes très-voisines les unes des autres, souvent difficiles à distinguer, spécifiquement et visiblement congénères, ont été successivement ballottées des Myricées aux Protéacées. M. Unger, quoiqu'il les ait encore rangées dans le dernier de ces groupes, paraît d'avis qu'il est plus sûr, conformément à ce que j'ai avancé moi-même ainsi que M. Brongniart, de les regarder comme des Myricées. La délimitation des espèces



Alnus Sporadum, Unger.

Collection de M. Alb. Gaudry.

Goumi.

offre, à cause de leur affinité mutuelle, des difficultés à peu près insurmontables; cependant, pour me rapprocher le plus

possible de la vérité, je dois dire que M. Unger a figuré une belle série de feuilles du *Myrica Solonis* (*Banksia Solonis*, Ung.), et que je serais porté à rapprocher de la même espèce, non-seulement les figures 4 et 5 (Pl. LXIV) de la notice, mais encore la figure 2 de la même planche, de sorte que la figure 3 se rapporterait seule au *Myrica Ungerii* dont M. Heer figure de si beaux exemplaires sous le nom de *Dryandra Ungerii*.

6° *Alnus nostratum*, Ung. — J'avais indiqué cette espèce d'après une belle empreinte de feuille qui concordait avec les exemplaires de Manosque et de Suisse que je connaissais sous ce nom. Mais cette empreinte que je figure ici doit être réunie aux strobiles et au fragment de feuille publiés par M. Unger sous la dénomination d'*Alnus Sporadum*. C'est là une nouvelle espèce d'Aune tertiaire à laquelle les empreintes de Manosque devront être également rapportées. La figure que je donne, et qui reproduit une feuille provenant de la collection de M. Gaudry, complète la description de cette forme remarquable, car M. Unger n'avait pu figurer qu'un lambeau de feuille très-incomplet. Elle se rattache à la fois à l'*A. orientalis*, Dne, qui habite la Syrie, et à l'*A. nepalense*, Dne, originaire de Népaül.

7° *Betula Orcadum*, Ung. — Cette espèce, que j'avais mentionnée d'après M. Unger, qui en avait figuré une feuille dans sa première notice, est rangée par lui, dans sa flore, comme un synonyme du *Carpinus betuloides*, Ung., espèce dont l'attribution générique est elle-même bien douteuse.

8° *Daphnogene delphica*, Sap. — Espèce identique, comme je l'avais pensé, avec le *Ficus Aglajæ*, Ung.; cet auteur en figure de nouveaux exemplaires; leur attribution au genre *Ficus* demeure bien incertaine.

9° *Lomatites aquensis*, Sap. — Cette espèce curieuse et qui caractérise si bien plusieurs des flores tertiaires de Provence est bien la même que le *Grevillea Kymeana* dont M. Unger a figuré toute une série d'empreintes. Leur concordance avec les exemplaires provenant des gypses d'Aix et des couches de Manosque n'a rien d'équivoque. Je continue à préférer la dénomination générique de *Lomatites*, qui exprime bien mieux que celle de *Grevillea* l'affinité toute spéciale qui rapproche cette espèce des *Lomatia longifolia* et *linearis* de la Nouvelle-Hollande. Du reste, c'est à tort, selon moi, que M. Unger propose de réunir en une seule espèce mes *Lomatites aquensis*, *sinuatus* et *abbreviatus*, qu'il considère comme des variétés d'un type très-poly-morphe; les deux derniers sont bien distincts du premier,

dont les caractères présentent au contraire une grande fixité et qui occupe en Provence un espace vertical considérable, puisqu'il s'étend de l'éocène supérieur des gypses d'Aix au miocène déjà postérieur au tongrien des lignites de Manosque.

10° *Grevillea anisoloba*, Sap. (*Stenocarpites anisolobus*, Brngt.). — Malgré les apparences qui m'avaient engagé, à la suite de M. Brongniart (quoique ce dernier ait proposé son opinion comme une simple conjecture) à considérer cette espèce remarquable comme une Protéacée, il faut bien reconnaître que cette attribution n'avait rien de fondé, en réalité. Les empreintes de feuilles recueillies par M. Gaudry et qui figurent dans son ouvrage (Pl. LXV, fig. 1-2) représentent les folioles éparses d'une Araliacée dont la planche XVIII de la flore de M. Unger reproduit un exemplaire intégralement conservé. C'est une feuille digitée portant au sommet d'un long pétiole commun, dilaté vers l'extrême base, sept folioles encore adhérentes, elles-mêmes longuement pétiolées et profondément découpées en lobes pointus-lancéolés, le terminal longuement acuminé, dont la ressemblance avec les exemplaires de ma notice est tellement évidente qu'elle doit faire évanouir tous les doutes. Par une circonstance qui vient à l'appui de la nouvelle attribution les feuilles de mon *Grevillea anisoloba* se trouvaient, quoique éparses, réunies trois ensemble à la surface de la même fenille. M. Unger appelle cette espèce *Cussonia polydryis*. Quoique le nom d'*Aralia* m'eût semblé préférable, comme moins affirmatif, on ne saurait mettre en doute l'affinité de cette espèce avec les *Cussonia*, genre d'Araliacée très-répandu dans les parties tropicales de l'ancien continent, et particulièrement dans l'Afrique australe. On doit faire remarquer en effet combien est étroite la ressemblance qui la lie au *Cussonia thyrsoiflora*, Thub., espèce du Cap. C'est un lien de plus à constater entre la flore de Coumi et celle de l'Afrique australe. Il serait cependant possible de signaler des formes analogues dans d'autres sections du groupe des Araliacées, surtout parmi les *Oreopanax* de l'Amérique équatoriale (*Oreopanax brachybothryum* Dne et Pl. *Aralia* (*Oreopanax*) *elegans*, Hort. par.). Je ferai encore observer qu'il existe dans les gypses d'Aix un *Aralia* que j'ai décrit sous le nom d'*A. multifida*, et dont la ressemblance avec l'Araliacée de Coumi est également très-sensible.

11° *Diospyros*?... — J'ai indiqué avec doute la présence à Coumi de calices persistants, coriacés, à cinq divisions rugueuses extérieurement, tantôt érigées-conniventes, tantôt étalées,

analogues à ceux du *Diospyros rugosa* des gypses d'Aix. M. Unger figure, sous le nom de *Royena græca* (Pl. XI, fig. 40-50), un grand nombre de ces organes qui ne diffèrent de ceux des gypses d'Aix que par le contour plus oblong et plus acuminé des segments calicinaux. Ces organes ont été certainement congénères, et leur durée géologique a été sans doute fort longue, puisque M. Munier en a recueilli de pareils, admirablement conservés, dans les couches du Trocadéro ; mais, pour les désigner, le nom de *Diospyros* me semble bien préférable à celui de *Royena* qui n'est qu'un démembrement du premier de ces deux genres ; d'ailleurs, les espèces indiennes de *Diospyros* offrent des calices persistants, revêtus à l'extérieur de rugosités fines absolument pareilles à celles qui distinguent les empreintes fossiles. Ce nom de *Diospyros græca* me paraîtrait donc tout à fait convenable.

12° *Sapindus Ungerii*, Ettingsh. — M. Unger applique aux nombreux exemplaires de Coumi, qu'il avait d'abord désignés sous ce nom, celui de *Sapindus græcus*.

13° *Pittosporum Putterliki*, Ung. — M. Unger a changé le nom de cette espèce en celui de *Sideroxylon Putterliki*. La détermination en demeure presque aussi incertaine. Faudrait-il y voir les feuilles du *Diospyros* ?

14° *Rhus eleodendroides*, Ung. — M. Unger, d'après un renseignement que je tiens de lui, n'a pas osé décrire cette espèce dans sa nouvelle flore, après l'avoir précédemment figurée, uniquement parce qu'il n'en avait pas observé de nouveaux échantillons. La figure que j'en ai donnée (Pl. LXIV, fig. 8), d'après un exemplaire qui fait partie de la collection de M. Gaudry, prouve bien la réalité de l'existence de cette forme, à moins qu'on ne veuille y reconnaître, ce qui serait possible, une feuille du *Quercus Zoroastri*, Ung., dont M. Unger a figuré plusieurs exemplaires.

15° *Andira relictæ*, Ung. M. Unger a reporté cette espèce parmi les Connaracées, sous le nom d'*Omphalobium relictum*.

M. Unger, dans son *Reise in Griechenland* avait regardé la flore de Coumi comme éocène ; il revient aujourd'hui de cette opinion, mais il me semble pécher par un excès opposé, lorsqu'il la place sur le même horizon que Pikermi. D'après lui, malgré la distance qui sépare les deux dépôts, malgré la différence radicale des roches dont ils sont formés et des accidents qui ont présidé à la naissance des couches, marneuses et lignifères dans un des cas, bréchiformes et détritiques dans l'autre,

Soc. géol., 2^e série, tome XXV.

les végétaux de Coumi seraient contemporains des animaux de Pikermi, et les plantes des rivages lacustres de l'Eubée auraient servi de nourriture aux herbivores des vallées du Pentélique. M. Unger, en affirmant la correspondance et la liaison des deux séries respectives, n'apporte cependant aucune preuve directe de cette relation, et l'on voit bien par sa description même qu'il n'existe aucun lien entre les argiles mêlées de poudingues qui renferment les ossements de Pikermi et le groupe des lits calcaires plus ou moins feuilletés, avec lignite intercalé, qui comprennent les plantes fossiles de Coumi. Il est vrai que beaucoup d'espèces de cette flore sont nouvelles et ne peuvent fournir par conséquent aucun indice sur la concordance des couches qui les contiennent avec les autres localités de l'Europe tertiaire; mais il reste encore, dans l'étude de la physionomie propre à cette végétation, dans le mode de combinaison de ses éléments et dans la présence d'un certain nombre d'espèces caractéristiques, des termes de comparaison assez saillants pour guider dans le choix d'un horizon déterminé. Il m'a paru, lorsque j'ai publié ma notice, qu'on ne pouvait reporter la flore de Coumi ni au-dessous du tongrien, ni plus haut que le miocène inférieur. La flore d'*Armissan* et surtout celle de *Manosque*, dans le midi de la France, m'ont paru correspondre à celle de l'Eubée avec une précision d'autant plus évidente que, la distance étant plus considérable, les liens dus à la présence d'espèces communes et à la prédominance des mêmes genres caractéristiques n'en reçoivent que plus de valeur.

La publication du dernier ouvrage de M. Unger ne change rien à ce point de vue, auquel je m'attache d'autant plus volontiers qu'il me paraît résulter aussi bien de l'étude de l'ensemble que de celle des espèces en particulier. La rareté des monocotylédones, la profusion des Myricées, la présence multipliée des *Quercus* et des Laurinées, la présence certaine, mais encore restreinte, des genres européens *Alnus*, *Populus*, *Acer*, *Juglans*, mêlés à des formes totalement exotiques, particulièrement à des Ébénacées, Myrsinées, Araliacées, Sapindacées, Célastrinées, Rhamnées, à des Anacardiées, à des Légumineuses et à des Mimosées, tels sont à peu près partout les caractères faciles à saisir de la végétation européenne dans le miocène inférieur. Radoboj en Croatie, Monod et Hohe-Rhonen en Suisse, Armissan et Manosque en France, en fournissent des exemples éclatants, et la quantité d'espèces communes que renferment ces localités, aussi bien que leur position stratigra-

phique, aident à les faire reconnaître comme appartenant à un même horizon correspondant à l'étage que M. Heer a désigné du nom d'*aquitaniens* et qui est caractérisé au Monod et ailleurs par la présence de l'*Anthracotherium magnum*. C'est à ce niveau, très-constant, très-facile à déterminer, que nous ramène l'étude de la végétation de Coumi prise dans son ensemble; les détails entraînent aux mêmes conclusions.

Ainsi, on peut citer les espèces suivantes comme caractérisant à la fois le dépôt de Coumi et le bassin à lignite de Manosque : *Callitris Brongniartii*, Endl., *Glyptostrobus europæus*, Al. Br., *Sequoia Tournalii*, Sap., *Myrica lævigata*, Sap., et *Banksiæfolia* Ung., *Alnus sporadum*, Ung., *Planera Ungerii*, Ettingsh., *Cinnamomum lanceolatum*, Heer, *Laurus primigenia*, Ung., *Laurus princeps*, Heer, *Lomatites aquensis*, Sap., *Acer trilobatum*, Al. Br., *Embothrites borealis*, Ung., etc. Si les remarques portent plutôt sur l'analogie des formes que sur leur identité absolue, on observe dans la végétation de Coumi des types, comme les Pins, très-voisins de ceux d'Armissan; l'absence ou la rareté des monocotylédones terrestres se constate également à Manosque et dans plusieurs autres localités de Provence. La présence d'une Ébénaçée, représentée par des calices coriaces et caducs, d'une Araliacée à feuilles digitées, des genres *Rhynchosia*, *Copaiifera*, etc., confirme encore ce parallèle; et, si je voulais préciser les affinités que la flore de Coumi manifeste avec Radoboj, on verrait les points de contact se multiplier encore, bien loin de s'affaiblir. Au contraire, à mesure qu'on remonterait la série en se rapprochant du pliocène, l'analogie s'amoinrirait d'une façon très-sensible. Sans dépasser Oeningen qui appartient encore au miocène supérieur, il faut reconnaître que rien ne rappelle à Coumi l'abondance des Peupliers, des Saules, des Liquidambars et des Érables, sans oublier les Platanes et les Noyers qui caractérisent cette localité célèbre, tandis que presque aucune des espèces qui dominant dans le dépôt des environs de Zurich ne se montre également à Coumi, sauf l'*Acer trilobatum*, Al. Br., qui y est très-rare et appartient aussi à Manosque et au miocène tout entier.

Il est donc impossible de ranger la flore de Coumi au-dessus de l'étage à *Anthracotherium*, ce qui la rattache à un temps bien éloigné de celui où vivait la faune de Pikermi. Sans sortir de Provence, on peut aisément calculer l'intervalle qui sépare les deux âges en comparant l'étage des lignites de Manosque, qui n'occupe pas même la partie la plus élevée du système à

gypse et que recouvre la mollasse marine, avec les marnes ossifères de Cucuron, à qui cette même mollasse marine à *Ostrea crassissima* sert de base.

Il n'en faut pas douter, les animaux qui vivaient au milieu des plantes de Coumi n'étaient pas ceux de Pikermi; la nature vivante a dû se modifier dans l'intervalle; quelque riche et quelque variée que soit la végétation de Coumi, elle diffère beaucoup encore de celle d'œningen que l'on peut regarder comme correspondant à peu près à la faune célèbre arrachée par M. Gaudry aux flancs du Pentélique. Les arbres à feuillage tendre, délicat, largement développé, sont encore les plus rares dans le miocène inférieur; les essences à feuilles étroites, coriaces ou épineuses, dominant encore. Au milieu des Myricées, des Pins, des Chênes verts, des Diospyros, d'une foule d'arbustes variés à feuilles oblongues, fermes et résistantes, des Légumineuses et des Mimosées à folioles étroites qui peuplent cet ensemble, je reconnais, il est vrai, un grand nombre de fruits susceptibles d'être mangés, mais presque aucun indice d'herbages, et très-peu d'arbres ou d'arbustes au feuillage souple, ample et délicat, comme en demande la majorité des Ruminants et des Équidés dont les vestiges abondent à Pikermi aussi bien qu'à Cucuron. Il me semble donc que la correspondance entre les aptitudes des deux règnes n'est pas suffisamment harmonique pour que l'on doive s'étonner de la nécessité d'un changement intermédiaire, changement dont le dépôt d'œningen permet de saisir toute l'étendue.

M. Unger est bien plus dans le vrai, lorsque, rappelant les affinités que M. Gaudry a mises en lumière entre la faune de Pikermi et celle de l'Afrique, il fait ressortir la même liaison en ce qui concerne la flore. Il estime à 40 0/0 la proportion des formes qui rappellent celles de l'Afrique australe ou de la Nouvelle-Hollande dans l'ensemble végétal de Coumi et propose d'en définir le caractère par le terme d'*australaso-sud-africain*. Cependant, malgré des traits saillants qui justifient pleinement l'assertion du savant professeur, il serait bien peu exact de prendre ces assertions au pied de la lettre. Il est parfaitement vrai que les genres *Callitris* et *Widdringtonia*, la plupart des Myricées, le *Cussonia polydryis*, l'association des Myrsinées, Sapindacées, Rhamnées, Célastrinées, Ilicinées, Rhychosées et Mimosées, constituent une flore dont la physionomie africaine ne saurait échapper. En se plaçant à ce point de vue, il serait même facile de désigner les végétaux dont se

nourrissaient probablement quelques-uns des mammifères africains qu'on retrouve à Pikermi, les fruits que préférerait sans doute le *Mesopithecus Pentelici*, Wagn., les Mimosées dont les Girafes d'alors broutaient le léger feuillage, les rameaux coriaces et épineux que choisissaient de préférence les Rhinocéros; mais on serait dans une grande erreur si l'on s'arrêtait à une explication aussi simple; le problème des affinités végétales est bien plus complexe à l'époque où nous reporte l'étude des végétaux de Coumi. L'absence totale d'herbes, de plantes molles et succulentes, est déjà très-singulière, quoique bien d'autres dépôts du même âge en fournissent des exemples, et qu'il faille presque voir dans cette rareté une sorte de loi générale. Cependant, à Coumi, que ce soit le fait de la végétation elle-même ou des circonstances qui ont présidé à la formation des couches, on n'observe pas même ces Graminées, ces Cypéracées, ces monocotylédones aquatiques et ces Nénuphars aux rhizomes succulents, si multipliés dans certaines localités contemporaines, et en particulier à Armissan, à Manosque et au Monod. Cette anomalie n'est pas la seule; au milieu d'une nature fortement empreinte d'un faciès tropical, on n'a retrouvé aucune trace de Palmiers ni de *Dracæna*. Il est vrai que la même particularité existe pour le dépôt de Manosque, dont j'ai fait plusieurs fois ressortir l'extrême affinité avec celui de Coumi. Il y aurait donc pour l'Europe miocène, considérée sur des points très-distants, une tendance curieuse à la généralisation de certaines particularités; du reste, les affinités africaines qui ressortent si bien de l'étude de Coumi ne lui sont pas spécialement dévolues. J'ai fait ressortir les mêmes traits pour ce qui est d'Armissan et je les retrouve également dans la végétation de Manosque que je publie en ce moment. J'y remarque aussi la présence caractéristique, quoiqu'en nombre encore assez restreint, des mêmes genres de physionomie européenne appartenant en propre à la zone boréale ou représentés par les mêmes formes ou par des formes très-voisines. C'est ainsi que l'*Alnus sporadum*, le *Planera Ungeri*, l'*Acer trilobatum* existent à la fois dans les deux dépôts, que les Pins de Coumi ressemblent à ceux d'Armissan, et qu'enfin, à côté des liaisons avec le continent africain, il faut en constater d'autres, comme celles qui sont marquées par les *Sequoia* et les *Glyptostrobus* qui nous entraînent dans des directions bien opposées, puisque ces deux genres de conifères n'habitent plus que sur les rivages du Pacifique, le premier en Californie, le second en

Chine. Dans l'indication de ces affinités régionales, je néglige volontairement les rapprochements douteux pour m'attacher uniquement aux plus certains. On voit donc, par là, en n'effleurant qu'à peine la question, que dans le miocène inférieur la végétation comprenait bien des éléments divers, maintenant dispersés pour la plupart aux extrémités du globe ; et, cependant, cette même végétation, considérée sur des points très-distincts de l'Europe d'alors, conservait partout un grand cachet d'unité et presque d'uniformité. Cette uniformité n'était cependant pas absolue. La flore de la région hellénique possédait aussi quelques traits qui lui sont propres. Je vais les indiquer rapidement avant de terminer cette suite de réflexions.

En comparant toujours Coumi aux localités correspondantes de la France méridionale, on ne tarde pas à reconnaître que, si le dépôt grec se distingue des nôtres, ce n'est ni par les conifères, ni par les Myricées ou les Laurinées, ni même par les Légumineuses, qui présentent à peu près partout les mêmes formes ; les autres groupes, spécialement les Protéacées, Myrtinées, Diospyrées, Araliacées, Rhamnées, Anacardiées, etc., ne produisent pas non plus de disparates et comprennent des espèces plus ou moins voisines des nôtres, parfois même identiques. En examinant avec attention la flore de Coumi, je ne trouve de différence un peu sensible à signaler que dans les Chênes dont aucun, à ce qu'il paraît, ne s'est encore rencontré en Provence, quoique la plupart aient été signalés soit en Suisse (*Quercus lonchitis*, *furcinervis* et *mediterranea*), soit en Italie, soit en Autriche (*Quercus lonchitis*, *furcinervis*, *cyclophylla*, *mediterranea*, *Zoroastri*), soit même en Russie (*Quercus kamischinensis*, Goepp.). Aucun de ces Chênes ne constitue donc une forme nouvelle, mais tous, plus ou moins, ont dû être particulièrement confinés vers l'est de l'Europe, à l'époque tertiaire. C'est là un indice précieux de la distribution géographique des espèces par régions, dans les temps antérieurs à nous, et nul doute que des recherches ultérieures dans ce sens n'amènent à des résultats très-curieux. Ces Chênes se partagent sous le rapport des affinités qu'ils manifestent avec ceux de l'ordre actuel. Les uns rappellent les espèces mexicaines ; les autres se rapprochent évidemment des formes qu'on observe encore sur les bords de la Méditerranée ou dans l'Asie Mineure et la Perse. Ainsi, le *Quercus mediterranea* se rattache au *Q. ilex*, le *Q. lonchitis* au *Q. Libani*, Oliv., le *Q. Zoroastri* au *Q. Persica*, Jaub. et Sap., tandis que, selon M. Unger, le *Q. kamischinensis* ressemble

au *Q. calophylla*, Schl., et le *Q. cyclophylla* au *Q. crassifolia*, Humb. Ces attributions sont d'ailleurs sérieuses, quant au genre, puisqu'on recueille à Coumi des vestiges de glands et de cupules et que le nombre des empreintes de feuille est considérable.

Ces données intéressantes confirment le point de vue auquel je me suis constamment placé, celui des affinités multiples et compliquées qui font de l'ensemble végétal tertiaire un composé d'un grand nombre d'éléments qu'il s'agit d'analyser avec patience.

Sans doute on a été porté à exagérer les liens singuliers par lesquels la végétation de l'ancienne Europe semble se rattacher à celle de la Nouvelle-Hollande. Ces liens se réduisent souvent à des analogies de formes dont le vrai caractère n'a pas encore été assez bien saisi pour être défini rigoureusement. Leur existence n'en est pas moins réelle; mais des analogies semblables se manifestent aussi avec bien d'autres contrées actuelles séparées de nous, soit par la ligne, comme les îles de la Sonde, l'Inde méridionale et le Cap, soit par de grands espaces continentaux, comme le Japon, la Californie et le Népaül. Il semble, en résumé, que chaque région du globe n'ait acquis que par degrés successifs les caractères qui lui sont propres. Les zones australes et boréales ont dû se séparer avant que les différences dans le sens des longitudes eussent commencé à s'accroître. C'est par là qu'on expliquerait comment l'Europe a eu d'abord des traits communs avec les régions australes du Cap, de l'Inde et de l'Océanie, puisque, à mesure que ce caractère s'effaçait chez elle, elle a longtemps possédé des éléments de végétation pareils à ceux de l'Amérique du Nord et de l'extrême Orient. Les diversités régionales se sont depuis prononcées de plus en plus dans l'intérieur de la même zone; elles ont dû nécessairement être plus faibles à l'origine; mais il serait trop long d'insister sur la marche présumée de ce phénomène que nous pouvons bien considérer dans son ensemble, mais dont les détails auront besoin d'être longtemps recherchés avec soin, avant qu'on puisse songer à les définir d'une manière exacte. J'ai voulu montrer seulement comment l'étude de la végétation de Coumi pouvait conduire à la constatation d'un certain nombre de ces faits.

Après la communication de M. de Saporta, M. Albert Gaudry présente l'observation suivante :

M. de Saporta constate que l'abondance des chênes imprime un cachet particulier à la flore fossile de l'Eubée ; il ajoute que la détermination de ces arbres offre de sérieuses garanties, car elle est basée sur l'étude des fruits aussi bien que sur la connaissance des feuilles. Quand je vois les botanistes retrouver tant de Chênes tertiaires, non-seulement en Grèce, mais aussi en Autriche, en Suisse, en Provence, lorsqu'en même temps je remarque qu'on signale des analogies entre ces Chênes et les espèces de l'époque actuelle, je ne peux m'empêcher de reporter mon souvenir vers un travail de M. de Candolle intitulé : *Étude sur l'espèce à l'occasion d'une révision de la famille des cupulifères*. Dans cet ouvrage, M. de Candolle a exposé avec détail les variations que présentent dans une même espèce les pétioles, les limbes des feuilles, les organes mâles, les fleurs femelles, les cupules et les glands ; en présence des différences considérables observées sur la même branche, il a éprouvé de l'embarras à marquer la limite de la variabilité, et par conséquent à caractériser les espèces. Il me semble que, si on joignait aux espèces actuelles de Chênes toutes les espèces fossiles, les difficultés seraient encore plus grandes ; sans doute la paléontologie viendrait confirmer le savant botaniste de Genève dans la croyance qu'il n'y a pas une différence constante entre ce qu'on nomme espèce et ce qu'on nomme variété.

M. Hardouin fait la communication suivante sur la géologie de la province de Constantine.

Sur la géologie de la subdivision de Constantine ;
par M. L. Hardouin (Pl. V).

Ayant été chargé, en 1860, par Son Excellence le Ministre de la marine et des colonies, de dresser la carte géologique de la subdivision de Constantine, qui, avec celles des provinces d'Alger et d'Oran, formera une carte complète de la géologie de l'Algérie, nous avons consacré sept années de travail à cette œuvre. C'est un abrégé de nos études que nous présentons aujourd'hui dans ce mémoire.

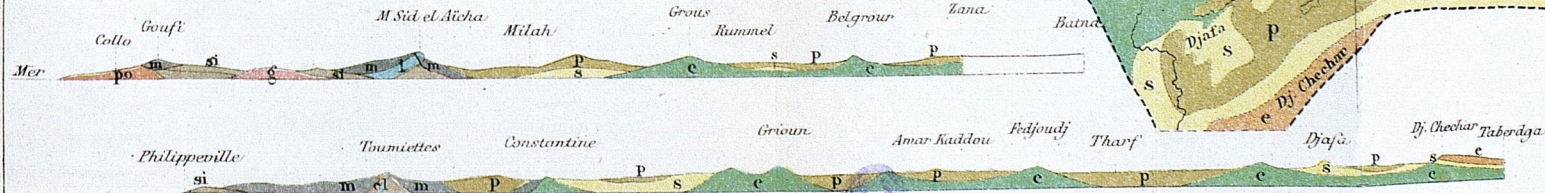
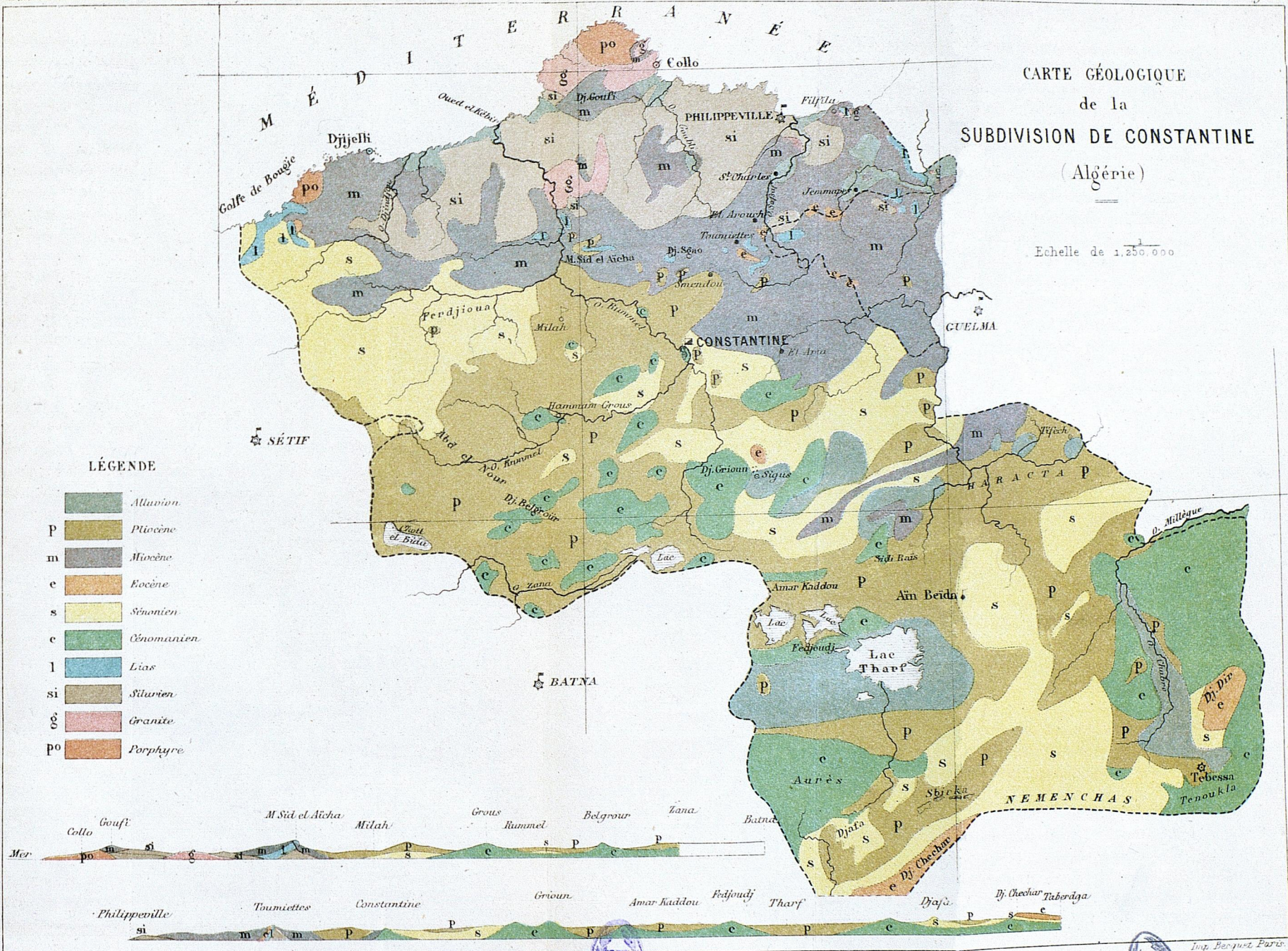
L'histoire de la constitution géologique de la province de Constantine comptait déjà bien des pages avant que nous fusions appelé à ce travail minutieux, méthodique, que comporte

CARTE GÉOLOGIQUE
de la
SUBDIVISION DE CONSTANTINE
(Algérie)

Echelle de 1:250.000

LÉGENDE

- Alluvion
- P *Pliocène*
- m *Miocène*
- e *Eocène*
- s *Sinonien*
- c *Cénomannien*
- l *Lias*
- si *Silurien*
- g *Granite*
- po *Porphyre*



Tracé chez Avril frères



Imp. Bergeret Paris

la construction d'une carte géologique. Nous avons eu des précurseurs et par conséquent des guides, et c'est dire de bons guides que de nommer MM. Renou, Fournel, Coquand.

Est-il nécessaire de dire que, marchant dans les voies tracées par ces maîtres, nous avons cherché à profiter de leur expérience, de leurs travaux, tout en conservant notre indépendance et la liberté de nos appréciations personnelles? Notre seul effort a été, en acceptant l'héritage de ces devanciers, de l'enrichir de quelques nouvelles acquisitions.

APERÇU GÉOGRAPHIQUE.

La subdivision de Constantine s'étend, le long du littoral, de Bougie au cap de Fer, et, dans l'intérieur, jusqu'aux confins du désert du Sahara, en longueur, sur un développement de 160 kilomètres, et, en profondeur, sur 230.

La superficie de la subdivision est de 30,000 kilomètres carrés.

Zones et climats. — La province de Constantine se divise en trois zones bien nettement tranchées.

La première est la zone du littoral. Elle s'étend de la mer jusqu'aux crêtes d'une chaîne dont les points remarquables sont : la Mahouna, près Guelma, el Djebel-Thaïa, les Tourniettes, el Kantour, près d'El-Arouch, Djebel-Sgao, Djebel-Msid el Aïcha, Djebel-Zouarha, Temesguida, Babor et Tababor.

Dans cette bande littorale règne le climat méditerranéen, humide et d'une salubrité imparfaite, d'une atmosphère déshydratante. Une végétation abondante, des forêts étendues et des broussailles impénétrables couvrent généralement cette région; c'est le domaine des chênes-liège, chênes zen, chênes verts, oliviers, jujubiers, etc. Ce pays est beaucoup plus arrosé que les pays situés au sud; il le doit à la présence de la chaîne du Petit-Atlas qui le borde au sud, qui arrête une partie des nuages émanés de la Méditerranée. La région du littoral où ces différents caractères s'accroissent le plus est justement celle qu'on appelle la Kabylie, pays où se sont perpétués la langue et le rameau berbères.

La seconde zone s'étend au sud de la première jusqu'au versant méridional de la chaîne de l'Atlas, au pied de laquelle s'étend à son tour la troisième zone, indéfinie, qui est le Sahara.

Cette seconde zone s'étendrait ainsi de la chaîne d'el Kantour

et du Babor jusqu'à Biskra. Le climat appartient à la catégorie de ceux que l'on désigne sous le nom de continentaux, dont les caractères sont d'être secs, de présenter des écarts considérables de température. En effet la chaleur y est excessive en été, les nuits y sont souvent très-fraîches. La végétation arborescente spontanée y est relativement rare, indépendamment de l'influence des mœurs dévastatrices des Arabes, et les forêts naturelles ne se composent que d'essences à résine, pins d'Alep, genévriers, cèdres, etc.

La culture des céréales est répandue dans les plaines et les plateaux, tandis que les montagnes du roc nu, dépourvues de terre végétale, restent incultes. Au mois de juin, toute la végétation herbacée et annuelle a disparu et s'est flétrie; nulle verdure pour reposer l'œil fatigué. Les sources tarissent en grande partie. Des plaines d'une teinte d'ocre rouge, des montagnes à contours dentelés, grises ou azurées par l'opacité de l'air, tel est le spectacle grandiose et attristant à la fois que pendant quatre mois, jusqu'à septembre, présente cette zone plus singulière à mesure que l'on descend vers le sud.

La troisième zone, celle du Sahara, présente le contraste le plus frappant avec les deux autres. La faible hauteur de son immense plaine au-dessus du niveau de la Méditerranée, la température élevée de son climat, l'absence des cultures des céréales, et au contraire la maturation des dattes, principal aliment des sahariens ou saharis, tels sont les traits les plus saillants de la physionomie de cette contrée. Notre carte géologique, se conformant aux limites de la subdivision administrative, s'arrête au nord de cette région.

Altitudes. — L'Algérie se présente donc comme une longue chaussée entre deux plaines : au nord, la plaine d'eau de la Méditerranée; au sud la plaine de sable du Sahara. Pour mieux connaître ce bourrelet, il suffira de quelques hauteurs de montagnes, de cois et de plateaux.

Les points les plus élevés appartiennent à la chaîne du Grand-Atlas; on y mesure les altitudes suivantes :

Djebel Dir, près Tébessa.....	1,625 mètres.
Djebel Cheliah.....	2,310
Djebel Tunggurt, près Batna.....	2,101

Une seconde chaîne à laquelle nous croyons juste de restituer le nom de Petit-Atlas est celle dont nous avons parlé plus

haut et le long de laquelle sont disposées les cimes suivantes dont les altitudes le cèdent, mais de peu, aux précédentes.

Djebel Debar.....	1,050 mètres.
Thaïa.....	1,200
Toumiettes.....	997 et 0,994
Kef sidi Dris.....	1,276
Djebel Msid el Aïcha.....	1,482
Djebel Ahrès.....	1,355
Temesguida.....	1,735
Babor, Tababor.....	1,999

Petit-Atlas — Nous terminerons par quelques mots sur le Petit-Atlas et par les motifs qui nous ont déterminé à le distinguer, par cette appellation, de la chaîne principale qui devrait prendre le nom de Grand-Atlas.

Comme nous aurons occasion de le montrer plus loin, cette chaîne, dont les cimes sont nettement alignées, et si bien en relation les unes avec les autres, appartient à la même époque de soulèvement que le Grand-Atlas. Elles dépendent toutes deux du système des Alpes Principales, et donnent à la province de Constantine l'aspect général d'un plateau resserré entre deux murs, l'un, au sud, étant le Grand-Atlas, l'autre, au nord, étant la chaîne du Petit-Atlas qui s'étend du Babor et du Thaïa au Babor et au Tababor. D'après les hauteurs, on voit que ces montagnes sont presque aussi importantes que celles de la grande chaîne, sa contemporaine.

Le nom de Petit-Atlas aurait donc l'avantage de rappeler la contemporanéité d'origine et la relation d'importance de ces deux belles chaînes de montagnes.

GÉOLOGIE.

La subdivision de Constantine renferme des terrains d'origine plutonienne et d'origine sédimentaire.

Les roches d'origine ignée sont : des *granites*, des *porphyres*, des *péto-silex quartzifères*, des *amphibolites*.

Granite. — Le granite se montre au Djebel-Filfila à l'est de Philippeville et dans le cercle de Collo, à Collo même, près du cap Bougaroni, à El Milia, sur la rive droite de l'Oued el Kébir.

Au Djebel Filfila, le granite est à petites parties : orthose blanc, quartz hyalin un peu gris, avec mica et aiguilles de tourmaline noire.

Le port de Collo est formé par une presqu'île constituée par un granite porphyroïde à feldspath blanc, quartz translucide, mouches de couleur ferrugineuse, cristaux hexagonaux lamellaires de mica noir bronzé, brillant.

A l'extrémité du promontoire, près du phare, et au versant ouest, le granite affecte la forme de prismes droits, à sections irrégulières de 4, 5 et 6 côtés de 2 mètres environ de largeur moyenne. Cette disposition est tout à fait celle des coulées basaltiques de l'Auvergne.

Au cap Bougaroni, à el Milia, et au massif de Seddets, rive gauche de l'Oued el Kébir, le granite passe quelquefois à l'hyalomicté.

Ces granites ont métamorphosé profondément les schistes siluriens et les grès quartzeux miocènes.

Péto-silex quartzifères. — Le cap Bougaroni ou Séba-Rous est constitué par un péto-silex quartzifère coloré en vert aigue-marine, à lamelles hexagonales de mica noir. Comme roches adventives de ce péto-silex, nous citerons des filons de serpentine et de stéatite.

Porphyres. — Au cap Bougaroni, le granite se modifie et devient un porphyre blanc quartzifère. Un autre porphyre tout différent existe sur les côtes du golfe de Bougie. Sa teinte générale est sombre; au milieu d'un pâtre feldspathique grisâtre sont des cristaux foncés de labradorite, des cristaux d'amphibole et des mouches de fer sulfuré.

Amphibolite. — Un pointement de roche d'amphibolite actinote rayonnée fibreuse coexiste avec ceux du granite au Djebel-Filfila. On en retrouve aussi au milieu des hauts plateaux surgissant à travers les couches subapennines.

TERRAINS STRATIFIÉS.

Alluvions. — Les dépôts contemporains d'alluvion présentent peu d'intérêt. Il suffira de remarquer que des vallées dans les hauts plateaux, renfermées entre deux chaînes de montagnes parallèles à la côte, devaient nécessairement engendrer des lacs pour peu qu'une dépression du sol y eût été ménagée lors de la dernière transformation du relief algérien. Ces dépressions ont, en effet, été produites comme l'indique la direction des lacs salés du Tell. Le soulèvement des Alpes (Atlas) les a barrées, fractionnées et converties en lacs. Le lac du Tharf est celui qui a donné lieu au plus grand dépôt d'alluvion remarquable.

A l'époque contemporaine se rapportent aussi des bancs de conglomérat fortement cimenté qu'on observe sur la plage du golfe de Stora. Ce sont des sables de la mer, formés aux dépens des roches siluriennes, quartz et schistes, qui ont été ainsi agglutinés. Ces bancs sont légèrement inclinés au nord et reposent sur des affleurements de schistes siluriens dressés, courant nord sud. Ils émergent actuellement de l'eau.

Les dépôts modernes indiquent que la côte a subi un relèvement de l'ouest à l'est.

Sur la plage de Djijelli on observe également un dépôt soulevé de plusieurs pieds au-dessus de la mer : c'est un grès coquillier marin, assez friable. Ce phénomène se rapporte sans aucun doute aux mêmes causes que le précédent.

Diluvium. — Dans les environs de Philippeville, sur le versant du Skikida au cimetière, à la tranchée du chemin de fer, sur la route de Saint-Antoine, à l'embouchure du Safsaf, on observe des brèches à gros éléments de fragments frustes de gneiss, quartz, schistes, arrachés au terrain silurien environnant. Cette brèche s'appuie sur le flanc des montagnes, domine de plusieurs mètres le niveau des alluvions de la plaine sous forme de banquettes épargnées par une nouvelle action érosive.

On retrouve les mêmes dépôts en forme de banquettes dans le bas des vallées de l'oued Zouhr, de l'oued Guebli, dans le cercle de Collo. Nous n'y avons trouvé aucun reste fossile, coquilles ou ossements.

Terrain pliocène. — Le terrain est de formation lacustre. Il se compose de trois parties aussi distinctes par leur nature que par leur mode de formation.

Le premier système, à la base, est un dépôt clysmien, composé de galets, souvent d'un volume énorme, arrondis, empâtés dans une argile sanguine. Les galets sont généralement des grès quartzeux arrachés au terrain falunien supérieur ; d'autres fois, ils sont en calcaire métamorphique de provenance cénomaniennne. Une action extrêmement violente des eaux a dû nécessairement être l'agent mécanique de formation de ces galets et de leur transport. On n'y observe pas de fossiles.

Le second système, intermédiaire, témoigne d'une continuation de l'action de lavage, de transport, mais très-calmée ; ce sont des conglomérats fins, gris, friables, calcarifères, puis des argiles bariolées présentant les plus belles teintes : le rouge,

le blanc, le violet, le vert; les argiles renferment des stocks de gypse blanc saccharoïde ou lamelleux.

Dans les environs de Smendou, ce système intermédiaire change de nature et passe aux marnes argileuses, argiles bitumineuses, noires, contenant des couches de lignite impur, peu combustible; on y trouve de nombreux fossiles.

Le troisième système, supérieur aux deux autres, représente une époque de calme parfait; il est constitué par de belles et puissantes assises de calcaire d'eau douce en travertin blanc et rose. Toutefois ces dépôts n'affectent pas toujours la forme d'assises régulières, car il n'y a quelquefois qu'une croûte farineuse qui recouvre les galets du premier système, celui du milieu venant d'ailleurs à manquer.

Les fossiles abondent dans les deux systèmes supérieurs; ce sont les suivants :

<i>Planorbis Jobæ</i> ,	Bourguignat, Smendou.
<i>Unio Dubocquii</i> ,	Coquand, —
<i>Nerita</i> ,	—
<i>Helix</i> (divers moules),	Abdelnour, J. Debar.
<i>Limnæa</i> ,	— — —

Le terrain subapennin est confiné au nord par la chaîne du Petit-Atlas dont nous rappelons que les sommets sont de l'ouest à l'est, du Babor au Debar et au Thaïa.

Il occupe généralement les dépressions de terrain et constitue le sol des plaines et des plateaux; il gît sur les versants des montagnes en lambeaux épars, comme oublié par le dernier mouvement des eaux; et, chose remarquable, il se retrouve en encroûtements, en fragments et en lambeaux sur les sommets d'un grand nombre de ces montagnes; on le voit, sur la carte géologique, occuper un espace important au sommet du Djebel Msid el Aïcha, chaîne du Petit-Atlas. Toutes ces observations s'accordent pleinement avec la connaissance de ce fait, que le soulèvement des Alpes Principales a été la cause originelle du relief de la contrée qui nous occupe. En effet toutes les montagnes ont dû déchirer ce manteau des dépôts subapennins qui les recouvrait pour s'élancer aux hauteurs où elles sont actuellement.

Cette dernière époque de formation de travertin est intéressante encore à un autre point de vue. Elle indique qu'une période de production d'eaux thermales chargées de carbonate de chaux a été inaugurée sur presque toute la surface

de la Province, au sud du Petit-Atlas. Cette éjaculation a dû perdre tout à coup une grande partie de sa puissance au moment de la convulsion du boursofflement de l'Atlas.

Mais bien des témoignages irrécusables montrent que, même dans la période humaine, elle avait encore une puissance que nous ne lui connaissons plus de nos jours. Ainsi, nous avons eu occasion de voir des ruines de constructions balnéaires d'origine romaine, où adhèrent des incrustations de travertin, des baignoires en pierre encore debout, enduites de travertin, alors que nulle source n'existe plus dans le voisinage.

Les célèbres sources d'Hammam Meskoutine et les cônes de travertin si curieux prouvent que la force d'éruption des eaux chaudes calcarifères s'est fort affaiblie. Cependant de nombreuses sources existent encore dans les mêmes endroits où, jadis, elles étaient incrustantes, tandis qu'aujourd'hui elles ne le sont plus.

La conclusion est que la fin de l'époque subapennine a été une époque d'une action éruptive considérable d'eaux thermales calcarifères, action qui s'est continuée sans arrêt jusqu'à nos jours, mais allant toujours en s'affaiblissant.

Terrain miocène. — La formation dont il s'agit ici est, sans contredit, la plus difficile à déterminer. Cela tient à ce qu'elle est à peu près stérile en fossiles.

D'abord rangée dans les terrains crétacés par les premiers géologues, elle a été montée dans la série tertiaire après un meilleur examen des faits.

Il est, en effet, hors de doute, d'après l'observation de quelques coupes, qu'elle repose en stratification discordante sur le terrain crétacé supérieur, et même sur le terrain suessonien caractérisé par des fossiles. D'autre part, le terrain pliocène la recouvre très-nettement en mille endroits.

Le terrain miocène, très-développé sur la zone du littoral, à Constantine jusqu'à Ain Béïda, se compose de trois systèmes.

Un système supérieur de grès quartzeux à grains assez fins de quartz arrondis et cimentés par une argile d'origine feldspathique et des paillettes de mica. Sa couleur varie du jaune au rouge brique. Ces grès ne présentent pas toujours de stratification.

Les éléments constitutifs du grès doivent avoir été amenés de loin, car on ne connaît pas, dans le voisinage, de massifs de roches granitiques assez importants pour avoir pu fournir la matière de ces dépôts considérables d'étendue et d'épaisseur.

Le système moyen est un ensemble de calcaires lithographiques blancs et bleuâtres, de marnes et argiles grises, rouges ou noirâtres; il est moins épais que le précédent.

Le système inférieur varie suivant les localités.

Tantôt il est composé de marnes calcaires jaunâtres délitables, où foisonne l'*Ostrea crassissima*, Lamarck. On le voit développé et à nu, sans être recouvert par les calcaires, marnes et grès faluniens, au sud de la plaine de Sellaoua, au Djebel Meïman, au Djebel Zouabi; tantôt, dans les autres régions, le système inférieur est un conglomérat ou brèche, dont les éléments sont empruntés aux terrains sous-jacents; sur la formation silurienne, la brèche est formée de schistes bleus et de quartz; sur les terrains liasiques et nummulitiques, cette brèche est formée par les fragments de calcaire et marbre de ces deux formations.

Une dernière remarque à faire, c'est que, au nord du Petit-Atlas, dans la zone du littoral, le terrain falunien repose directement sur les schistes siluriens et roches cristallines et sur les marbres cités plus haut.

On peut conclure de toutes ces observations, que le *système de Corse et Sardaigne* a joué un rôle important dans la constitution du littoral de la province, car il a causé l'affaissement de cette zone au-dessous des eaux, pour que les dépôts miocènes s'y opérassent. Dès lors, on comprend la présence des premières assises à l'état de brèches grossières. Pendant ce temps, dans la région au sud, au Djebel Zouabi, à Milah, à Sellaoua, Fedj el Drias, existait une mer tranquille favorable à la vie animale.

Terrain éocène nummulitique. — Le terrain est composé de calcaire-marbre blanc ou grisâtre, cristallin, et quelquefois surmonté de bancs argileux. Il occupe peu d'étendue dans la province, mais ses différents gisements sont remarquables par la position qu'ils occupent. C'est un excellent point de repère, à raison de la persistance et de la profusion de ses foraminifères fossiles : *Nummulites Puschii*, d'Archiac, Toumiettes; *N. nummularia*, d'Orb.; *N. lævigata*, Lamarck, Djebel, Dir.

La formation nummulitique est la plus moderne qu'on trouve au couronnement des cimes du Grand-Atlas. On la rencontre en petites plates-formes de calcaire cristallin au-dessus et reposant sur les terrains suessonien et créacé. Le plateau du Djebel-Dir et du Koudiat Tashent en offre un exemple.

Au milieu des plaines des lacs salés, il n'est pas rare de voir

surgir, de dessous les dépôts subapennins, des mamelons de calcaire cristallin nummulitique.

C'est dans le Petit-Atlas que ce terrain se présente avec le plus d'intérêt; les couches ne sont plus horizontales comme dans le Grand-Atlas; elles sont redressées verticalement, et forment les beaux pitons du Toumiette oriental, du Sidi-cheik Rohou oriental, près d'El-Kantour, et du Djebel-Maksem, près Jemmapes.

Enfin, un dernier piton se trouve perdu dans la formation liasique au Nord du Babor : c'est le Keï Koubba.

Terrain éocène suessonien. — Ce ne sont pas des raisons d'école qui nous font subdiviser l'étage éocène en deux étages distincts, nummulitique et suessonien. Cette distinction découle naturellement de l'observation des faits. Il est bien vrai que dans le Grand-Atlas, au Djebel Dir, près Tébessa, au Kou-diat Tashent, dans les Nemenchas, dans l'Aurès, au Djebel Chechar, on voit les couches nummulitiques reposer sur les couches suessoniennes, ce qui permet déjà de considérer le nummulitique comme postérieur au suessonien; mais il arrive souvent aussi que le terrain nummulitique se trouve seul reposant sur les roches liasiques, comme dans le Petit-Atlas, au Djebel Sidi cheik ben Rohou, aux Toumiettes, etc.; ainsi, le terrain suessonien manque. De même encore, on trouve le suessonien seul reposant sur le sénonien, tantôt sans être recouvert, comme à Sigus, tantôt recouvert par le terrain falunien, comme à Medailson, près du Djebel Meiman, plaine des Smoul.

La composition minéralogique du terrain suessonien varie beaucoup.

A Bordj ben Zekri ou Sigus, au Ferdjioua, au Djebel Meiman ou Medailson, c'est-à-dire dans la région avoisinant Constantine, le terrain est formé d'argiles ou marnes jaunes et de lumachelles. Les contours de ce terrain sont difficiles à déterminer. Les fossiles, dans ces localités, sont les suivants : *Ostrea multicostrata*, Deshayes, Sigus; *O. strictiplicata*, Raulin, Sigus; *Venus Matheroni*, Coquand.

Dans le Grand-Atlas, au Djebel Dir, Djebel Grigra, Djebel Chechar, Nemencha, etc., le terrain suessonien est représenté par un calcaire compacte blanc, quelquefois créacé, d'autres fois un peu cristallin. Il renferme beaucoup de silex noirs en rognons souvent très-gros et de formes bizarres. Dans les cou-

ches, les fossiles ont alors été silicifiés. La faune propre à cette région est composée ainsi :

Ostrea multicosata, Deshayes; *Periaster obesus*, Desor; *Ostrea linguafelis*, Coquand; *Macropneustes Baylei*, Coquand; *Turritella secans*, Coquand; *Thersitia ponderosa*, Coquand; *Cardita numida*, Coquand.

Le terrain suessonien repose immédiatement sur le terrain sénonien. Ce dernier occupe une bande allongée de Constantine à Sétif. L'inspection de la carte indique que le soulèvement des Pyrénées a été très-important dans la Province, car, d'une part, il a formé la chaîne de l'Édough à Bône; d'autre part, il a fait émerger du fond de la mer toute cette bande de terrain entre Sétif et Constantine, sauf quelques espaces où les dépôts subapennins ont pu se faire, et dont nous ne voyons cependant qu'une faible partie, à cause de l'érosion violente qui s'est exercée à l'origine du terrain subapennin.

Terrain sénonien. — L'étage de la craie blanche est très-répandu dans la Province. Les affleurements forment dans leur ensemble un grand V dont les branches courent suivant la direction N. O., et l'autre suivant la direction S. O., à partir du plateau du Dir.

Les terrains sénonien et cénomanien sont les deux plus puissantes formations de toutes celles que nous passons en revue, et qui concourent à l'ossature de cette partie du globe.

La constitution minéralogique de l'étage sénonien est partout calcaire et marneuse. Calcaire compacte, à cassure conchoïdale, soit dur, soit mou, blanc, gris ou bleu, et souvent bitumineux, fétide. Les marnes sont grises et noires, se délitant aisément.

De Bordj ben Zekri au Ferdjioua et au Babor, on observe dans les bancs calcaires des lits de rognons de silex noirs, tantôt sphéroïdes, tantôt noduleux, de formes quelconques. La matière siliceuse affecte enfin d'autres fois la forme de bancs minces continus. Les dépôts siliceux établissent une analogie frappante entre notre terrain sénonien d'Afrique et le terrain de craie blanche de France.

Les fossiles caractéristiques sont les suivants :

<i>Inoceramus regularis</i>	D'Orbigny, Ain-Béida.
<i>Inoceramus Brongnartii</i> . . .	Park, —
<i>Inoceramus Cripsii</i>	Goldfuss, —
<i>Ostrea cornu-arietis</i>	Coquand, Khenchela, Djafa.

<i>Ostrea Nicaisei</i>	—	Dj. Chechar.
<i>Ostrea Renoui</i>	—	Abdelnour.
<i>Ostrea Fourneti</i>	—	Dj. Chechar.
<i>Ostrea Villei</i>	—	Abdelnour.
<i>Ostrea Forgemolli</i>	—	Doukkan.
<i>Ostrea Bomilcaris</i>	—	Abdelnour.
<i>Pecten tricostatus</i>	Bayle,	Doukkan.
<i>Micraster brevis</i>	Desor,	Ferdjiona,
<i>Radiolites Nicaisei</i>	Coquand,	Oued Chabro.
<i>Ostrea dichotoma</i>	Bayle,	Dj. Grigra.
<i>Ostrea therestensis</i>	Coquand,	Oud Chabro.
<i>Gryphæa proboscidea</i>	d'Archiac,	Dj. Grigra.
<i>Fusus Reynesi</i>	Coquand,	Doukkan.

C'est dans l'Atlas que le terrain sénonien renferme le plus de richesses paléontologiques. Les Inocérames à l'état de moules sont répandus partout.

Terrain turonien. — L'étage de la craie tuffeau n'a que quelques mètres d'épaisseur. Il repose généralement en concordance de stratification sur les couches de craie chloritée. Ces deux terrains ont la même nature minéralogique dans tous les massifs montagneux situés du Djebel Fedjoudj jusqu'à Constantine : c'est un calcaire bleu ou gris, métamorphique, compacte et dur.

On ne le distingue donc pas aisément de la formation inférieure, à moins d'y trouver ses fossiles habituels. On en constate la présence sur la rive droite du ravin de Constantine, dans des bancs recouverts par les marnes noires sénoniennes, au Nif en eer, au Djebel Allouda et à Tébessa.

Ces fossiles sont :

<i>Hippurites cornu-vaccinum</i> ...	Bronn,	Constantin.
<i>Sphærulites Desmoulinsi</i>	Bayle,	Abdelnour.

Terrain cénomanien. — L'étage de la craie chloritée se présente sous deux aspects divers suivant les régions où on l'observe.

De la chaîne du Bou Arif el Fedjoudj au sud jusqu'à Constantine et Djebel Hekahl au nord, cette formation se compose principalement de bancs épais contigus de calcaire métamorphique, compacte, dur, susceptible d'un beau poli, d'une couleur variant du noir bleuâtre au gris clair, et de quelques lits de marnes jaunes assez riches en fossiles.

Au sud du Djebel Fedjoudj, cette formation se compose de

calcaire terreux, compacte, avec intercalations nombreuses, de bancs marneux dans lesquels se trouve une grande variété de fossiles. Les environs de Tébessa et de l'Aurès, le col de Té-noukla, sont des noms déjà classiques dans la géographie paléontologique.

Les fossiles que nous avons recueillis sont (1) :

<i>Terebratula biplicata</i>	Defrance, Djibel Fartas, Sigus.
<i>Terebratula striata</i>	Fartas.
<i>Terebratula Menardi</i>	—
<i>Terebratula obesa</i>	Sowerby, Dj. Belgrour.
<i>Rhynchonella sulcata</i>	Dj. Fartas.
<i>Ammonites varians</i>	Sow., Oued Chabro.
<i>Ammonites rhotomagensis</i> ..	Brongn., Bouiédra, Tébessa.
<i>Ammonites Fourneli</i>	Bayle, Amamra, Aurès.
<i>Nautilus</i> (nova sp.).....	Bayle, Oued Chabro.
<i>Ceratites Verneuli</i>	Coquand, Khenchela.
<i>Ostrea Overwegi</i>	de Buch, Oued Chabro, Amamra.
<i>Ostrea auressensis</i>	Coquand, — —
<i>Ostrea flubellata</i>	Bayle, Tébessa, Amamra.
<i>Ostrea scyphax</i>	Coquand, Oued Chabro.
<i>Ostrea carinatu</i>	Lamarck, Mesloula.
<i>Ostrea Senaci</i>	Coquand, Oued Chabro.
<i>Ostrea Delettrei</i>	— —
<i>Holcotypus serialis</i>	Deshayes, Amamra.
<i>Hemiaster Fourneli</i>	— Oued Chabro. Amamra.
<i>Cyphosoma major</i>	Coquand, Mesloula.
<i>Cyphosoma Delamarrei</i> ..	Desor, Oued Chabro.
<i>Hemiaster batnensis</i>	Coquand, Oued Mougra, Khenchela.
<i>Pygaster batnensis</i>	— Chott Mzouri.
<i>Echinoconus carcharias</i> ...	— Kroumsaïd, Kenchela.
Oursin (nov. gen.).....	Bayle.
<i>Janira quinquecostata</i>	d'Orbigny, Kenchela.
<i>Cardium hillanum</i>	Sowerby, Mesloula.
<i>Cardium Pauli</i>	Coquand, Dj. Mezezoua.
<i>Plicatula auressensis</i>	— Oued Chabro.
<i>Sphærulites foliaceus</i>	Lamarck, Constantine, Allouda.
<i>Sphærulites ponsianus</i>	d'Archiac, Abdelnour.
<i>Pterodonta inflata</i>	d'Orb., Oued Chabro.
<i>Nerinea Pauli</i>	Coquand, Dj. Fedjoudj.
<i>Nerinea Archimedi</i>	— —
<i>Natica Gervaisi</i>	— Oued Chabro.

(1) Un grand nombre de ces espèces nouvelles ont été envoyées par nous à la collection de l'École des Mines.

<i>Natica æquiazis</i>	—	Tébessa.
<i>Trigonia distans</i>	—	Dj. Aïchour, Tébessa.
<i>Turritella pustulifera</i> ...	—	Tébessa.
<i>Turritella leoperdites</i> ...	—	—
<i>Turritella nærinæformis</i> ...	—	—
<i>Fusus offinis</i>	Bayle, Oued Chabro.	
<i>Fusus conspicuus</i>	Coquand, Cercer el Dir.	
<i>Lima Payeni</i>	—	Kroumsaïd,
<i>Arca parallela</i>	—	Oued Semaïrlaoud.
<i>Cyprina africana</i>	—	Dj. Mezezoua.
<i>Cælosmilia Fromenteli</i> ...	—	Oued Chabro.
<i>Flabellina</i>	—	Kroumsaïd.
<i>Aspidiscus cristatus</i>	Milne-Edw.,-Haime, Chott Mzouri.	
<i>Orbitolina lenticulata</i>	Pictet, Grioun, Fedjoudj, etc.	

Terrain albien. — Le terrain albien affleure sur une très-petite étendue, au Djebel Sidi Reghéis, et au Fedj el Dréis.

Ce sont des calcaires argileux en plaquettes; sur l'une d'elles une empreinte recueillie par nous, déterminée par M. Bayle, se rapporte à l'espèce : *Ammonites inflatus*, Sowerby, Tedj el Drias. Une autre empreinte aussi de l'espèce :

Hamites rotundus..... Sowerby, Tedj el Drias.

Terrain aptien. — Le terrain aptien concourt pour une faible partie, ainsi que les terrains albien, turonien, néocomien, à la constitution lithologique du sol de notre subdivision. On en suppose un affleurement dans les environs de Constantine par suite de la découverte d'un magnifique échantillon de : *Ancylloceras Matheroni*, d'Orbigny. Nous signalons en un autre point au Tedj el Drias : *Ammonites consobrinus*, d'Orbigny.

Terrain néocomien. — Le terrain néocomien est toujours recouvert par les terrains crétacés moyens, principalement par la craie chloritée.

Nous n'avons admis comme néocomiennes que les couches qui contiennent ces fossiles caractéristiques : *Chama ammonia*, Goldfuss; *Pecten numidus*, Coquand. De cette manière le terrain néocomien ne sera représenté que par des affleurements à la base de la chaîne du Fedjoudj, notamment à Foum el Hamia et à la plaine du Tharf.

Terrain sinémurien. — Le terrain sinémurien ou infra-lias vient immédiatement après la formation jurassique dont les affleurements manquent complètement dans les limites de la subdivision. Le lias est représenté par son étage inférieur, qui

a été soulevé à l'époque du système des Alpes Principales, et se montre à découvert dans la chaîne du Petit-Atlas, où il est associé aux marbres blancs nummulitiques.

Nous avons retrouvé après M. Coquand le *Pecten Hehli*, d'Orbigny, au Djebel Sidi Cheik ben rohou, près du col d'El Hantour, au village de l'Armée française. Il existe le long du Petit-Atlas des pointements d'un marbre d'une nature minéralogique identique où les fossiles paraissent manquer. Ils se trouvent tous relevés aussi et associés aux roches nummulitiques. En l'absence de preuves paléontologiques, nous avons rangé provisoirement dans l'étage sinémurien toutes les crêtes de calcaire marbre blanc du Filfila (marbre blanc statuaire) du Djebel Safia, Chbèbik, Masseur, Toumiette occidental, Kef Sidi Dris, Djebel Msidelaïcha, Kef Maarouf, et du marbre affleurant au Babor et au Tababor, au Kef Aïchour sur le golfe de Bougie, où on retrouve encore le terrain nummulitique, le Kef Koubba.

Dans cette région du Petit-Atlas, il n'existe au-dessus du terrain silurien que l'infra-lias, l'éocène, le miocène et le pliocène.

Terrain silurien. — Dans notre subdivision et sur le littoral, on voit donc qu'il manque toute la série des terrains depuis l'infra-lias jusqu'au silurien, et par conséquent il manque le terrain houiller qui par sa richesse habituelle en combustible a le privilège d'intéresser les personnes les moins versées dans la science géologique.

Le terrain que nous considérons comme silurien est composé de phyllades ou schistes bleus luisants, traversés de veines de quartz blanc, soit en amas, soit en veines. Nous attribuons la plus grande partie de ce quartz à une action métamorphique qui l'a chimiquement produit. Il existe aussi dans nos schistes plusieurs formations calcaires. Mais le métamorphisme a agi fortement sur l'une et l'autre roche. Le calcaire a passé à l'état de marbre lamellaire blanc, rempli de lamelles de mica argentin et de mouches de fer oligiste et de pyrite de fer. Les schistes ont pris toutes les formes depuis le schiste type jusqu'au granite véritable, en passant par celles des gneiss, gneiss tourmalinifère, schiste amphibolique; on voit à l'oued el Khanga, près de Gastonville, les bancs de granite intercalés dans des couches de schistes. On ne peut admettre que cela résulte d'une insertion de filon. Cela tient au contraire à une action métamorphique qui a agi différemment sur des couches de compositions feldspathiques différentes.

Toute la zone du Petit-Atlas à la mer est remarquablement stérile en fossiles. Quant au terrain schisteux, il n'y a été jamais trouvé le moindre vestige d'être organisé. On y trouve seulement de légers filets d'antracite. On est donc réduit aux conjectures pour préciser son âge.

En lisant un compte rendu de travaux sur la géologie, le terrain silurien et les minerais de fer de l'île de Sardaigne, nous avons été frappé de l'analogie qui existe entre ces diverses roches et ces gisements de la Sardaigne d'un côté et le terrain schisteux paléozoïque du littoral de l'Algérie et les minerais de fer oxydulé magnétique répandus le long de la côte depuis le massif de la Bouzaréah à Alger jusqu'à Collo, Philippeville, l'Edough et Bône. Cette analogie avait également frappé l'auteur.

C'est sur cette analogie que, jusqu'à nouvel ordre, et à défaut de renseignements paléontologiques, nous nous fondons pour rapporter la formation schisteuse du littoral au terrain silurien.

DES LACS SALÉS DU TELL.

Dans la région des plateaux qui s'étendent au nord du Grand-Atlas, région circonscrite entre Constantine, Sétif, Aïn Beïda et Batna, se trouvent disposés, comme les grains d'un chapelet, les grands lacs salés du Tell.

Ce sont les suivants : Guerah el Tharf, Guerah el Guellif, Guerah ank Djemel, Chebka Djendeli, Chott Mzouri, Chott Tinsilt (Aliàs, Chott Gharbia, Chott Cherguia) et le Chott el Bida.

Le plus grand de ces lacs, le Guerah el Tharf, n'a pas moins de 16 kilomètres de diamètre moyen, et le plus petit, le Chott Tinsilt, a encore 4 kilomètres de large. Ils sont tous très-peu profonds. Le sol en est ferme sur les bords et dans la partie noyée, car les Arabes les traversent sans danger.

Pendant la saison chaude, des cristallisations de sel marin se forment sur les bords. Les eaux ont un goût saumâtre, amer et désagréable.

Les bords de ces lacs sont tantôt plats, tantôt bordés de petits monticules et de plaines formées de roches subapennines, argile, gypse, ou appartiennent au terrain alluvionnaire du lac, comme au Chott el Bida; c'est alors un sable très-fin que soulève le moindre vent; en regardant avec soin cette poussière, on trouve qu'elle est formée de très-petits cristaux de gypse.

La position topographique de ces lacs est généralement celle-ci : adossés à un massif montagneux et s'étalant de l'autre côté sur une vaste plaine dont les eaux s'écoulent vers le lac, non sans former des marécages et des bourbiers. A l'extrémité de la plaine se trouve une autre chaîne de montagnes parallèle à la première.

La constitution géologique de ces plaines comprises entre des montagnes parallèles est simple : ce sont des dépôts éocènes de travertin en rognons plus ou moins cariés avec galets de marbre roulé encroûtés de travertin. Quelques lignes de collines parallèles aux deux chaînes dominant souvent la plaine : ce sont des couches relevées de travertin, argile, gypse, grès tendre, du terrain subapennin. Une autre fois, ce sera un piton de calcaire nummulitique émergeant de dessous son enveloppe de terrain subapennin.

Les deux chaînes de montagnes qui bordent cette plaine sont composées de calcaire métamorphique et de dolomies noires cristallines, compactes, appartenant au terrain cénomannien.

Au milieu de la plaine subapennine, on voit aussi surgir des pointements de calcaire dolomitique plus noir, devant avoir subi un ramollissement; c'est ce qu'on voit à el Kantara ou chaussée qui sert de route entre Constantinople et Batna, entre les deux lacs Tinsilt et Mzouri, autrement appelés Cherguia et Gharbia.

Ailleurs, au Djebel Mesloul, Djebel Quelb, à Mkririga, à l'oued Chabro, on voit un pointement de calcaire dolomitique, calcaire chargé d'oxyde de fer, conglomérats de fragments ramollis, tordus, courbés et soudés entre eux. Tout cela témoigne fortement en faveur de la présence d'une action éminemment métamorphique et du voisinage d'agents ignés.

En se fondant sur ces observations, il sera dès lors facile d'expliquer la géogénie des lacs et des plateaux du Tell.

Les lacs sont orientés suivant la direction du *système des Pyrénées*. Ce système a donc dû imprimer au sol une dépression considérable que le dernier soulèvement, celui des *Alpes Principales*, n'a pas complètement anéantie.

A l'époque des dépôts lacustres subapennins, les couches de galets, travertin, argile, gypse, recouvraient complètement la formation crétacée. Le soulèvement s'étant fait sentir, les roches sénoniennes et cénomanniennes ont fait saillie et sont devenues les montagnes actuelles. Le terrain subapennin a été

relevé, incliné, et a formé les chaînes de collines que nous voyons aujourd'hui et les grosses montagnes du Djebel Guellif et de Amar Khaddou, près des lacs de ce nom. Mais les eaux, mises en mouvement, ont remanié une grande partie des dépôts subapennins, ont comblé avec les matériaux les bas-fonds, les crevasses de rupture, et les ont étalés sous la forme des plaines actuelles.

Les montagnes cénomaniennes qui s'élèvent au-dessus de ces plaines présentent leurs couches dans une position assez souvent peu éloignée de l'horizontale. L'espace compris entre ces montagnes pourrait aussi bien avoir été produit par une action érosive qui aurait creusé les larges vallées entre elles; mais, dans cette hypothèse, on ne devrait pas y trouver déposées et redressées les couches subapennines. Tout ce que nous venons de dire infirme cette hypothèse.

Nous avons donc affaire ici à des montagnes de soulèvement originaires du système des Alpes Principales, comme leurs directions le prouvent, et on ne peut pas les confondre avec ces montagnes créées par érosion, dont on a de magnifiques modèles dans l'Atlas et dans notre province, au plateau du Djebel Dir, près Tébessa, plateau composé de terrains nummulitique, suessonien et sénonien, reposant sur des assises cénomaniennes, au niveau de la ville de Tébessa. Il en est de même au Djebel Djaafa, près de Khenchela, où existe une érosion de plus de 200 mètres de hauteur, au Djebel Chechar, et au Djebel Mahmel, dans le même cercle.

Si nous joignons à ces faits la présence des roches pseudo-éruptives que nous avons signalées, nous pensons avoir accumulé assez de preuves pour justifier l'opinion suivante :

Le soulèvement des Alpes Principales a produit un certain nombre de grandes failles dans les formations jurassiques et crétacées, lors de la formation de l'Atlas; à la faveur de ces failles et fractures, des roches ramollies sont venues du fond jusqu'à la surface. Les eaux ont ensuite comblé les fractures avec les matériaux du terrain subapennin.

La formation des plateaux et des lacs est expliquée; il ne reste plus qu'à rendre compte de la salure des eaux de ces lacs. Le terrain subapennin nous le permettra.

Le gypse existe presque partout dans les argiles de ce terrain, mais il n'en est pas de même du chlorure de sodium. Le premier forme des amas, ou se trouve disséminé dans le terrain.

Le chlorure de sodium y a-t-il été introduit par éruption, à travers les failles et fractures, pendant la dislocation et la formation de l'Atlas? C'est l'explication que nous proposons pour ce sel, qu'on trouve dans ce terrain d'eau douce. Ce qui est certain, c'est qu'un grand nombre de ruisseaux, appelés par les Arabes *Oued el Melah*, ou rivière salée, et qui sont effectivement salés, sillonnent les dépôts subapennins en beaucoup d'endroits.

Il est donc naturel que les eaux pluviales, lavant ces terrains et se rendant dans les lacs, y opèrent, comme dans des bassins de concentration, sous l'action énergique du soleil et du vent de siroco sur ces larges nappes d'eau si peu profondes.

A la carte géologique (Pl. V) se trouvent jointes deux coupes hypothétiques, raisonnées, de la subdivision, faites du nord au sud, la première, par Philippeville, Constantine et Khenchela, la deuxième, par Collo, Milah, le plateau de Sétif et les environs de Batna.

Le Secrétaire présente la note suivante de M. Ébray :

Sur les couches à Terebratula diphya de la Porte de France ;
par M. Th. Ébray.

J'ai déjà traité cette question dans une note intitulée : *Nullité du système de soulèvement de la Côte-d'Or* (1), en montrant qu'il ne s'est pas produit de cataclysmes violents à la fin des terrains jurassiques, et que, par conséquent, les premières couches crétaées sont venues se déposer sur les dernières couches du Jura en subissant les modifications paléontologiques et minéralogiques qui se reproduisent dans les sédiments marins soumis à des oscillations lentes, non synchroniques, et ayant, par conséquent, produit des effets limités en étendue et incapables d'établir des séparations générales.

Je tâcherai ici d'avancer encore de quelques pas dans cette question ardue.

On sait que M. Hébert, après avoir trouvé que les échantillons de la Porte de France envoyés par M. Lory se rapportent aux espèces suivantes :

« *Ammonites subfimbriatus*, *semi-sulcatus*, *Rouyanus*, *A. Callypso*, *Ammonites subfiscularis*, *Belemnites latus*, » n'hésite pas

(1) *Société des sciences industrielles de Lyon*, 1867.

à proclamer que les calcaires de la Porte de France sont néocomiens.

Revenant plus tard sur la faune à *Terebratula diphyoides*, M. Hébert assimile avec raison les couches de Berrias aux calcaires de la Porte de France (1), puisqu'elles fournissent aujourd'hui *Belemnites latus*, *Ammonites subfimbriatus*, *A. semi-sulcatus*, *Rouyanus*, *A. subfascicularis*, *A. rarefurcatus*, *Aptychus seranonis*, *Aptychus Malbosi*, *Metaphorinus transversus*.

Mais dans cette interprétation, M. Hébert ne tient aucun compte de la brèche jurassique qui couronne les calcaires d'Aizy. Or, l'existence de cette brèche constitue, comme nous le montrerons plus tard, une donnée capitale; et celui qui, en présence de ce fait, continuerait à considérer les calcaires de la Porte de France comme néocomiens, me semblerait, en vérité, faire trop bon marché de la stratigraphie.

Nous verrons d'ailleurs qu'elle ne contredit pas les données paléontologiques.

Dans une notice toute récente sur les calcaires de la Porte de France par M. Pictet, le savant paléontologiste de Genève, dans le but, sans doute très-louable, de donner plus ou moins raison à tout le monde, sépare les calcaires de Berrias des calcaires de la Porte de France, et crée une série d'espèces de Térébratules trouées qui toutes, à notre avis, ne représentent que des variétés géographiques.

En résumé, quoique M. Pictet nous dise à la première page de cette notice que le moment est venu d'établir un certain nombre de faits essentiels, il cherche à nous montrer à la dernière page de cette même notice que les limites de la période jurassique et de la période crétacée, dans cette région, ne pourront être fixées avec sécurité que quand on connaîtra mieux la faune de Stramberg.

Mais si les géologues de Stramberg prétendent que leur limite ne pourra être fixée avec sécurité que quand on connaîtra mieux la faune d'Aizy ou celle de Berrias, la question deviendra fort embarrassante.

Respectons l'embarras et la prudence de M. Pictet, mais, disons-le bien haut, la méthode de conclure d'une façon si sommaire que les couches d'Aizy et de la Porte de France

(2) *Bulletin de la Société géologique de France*; Deuxième note sur les Calcaires à *Terebratula diphyka* de la Porte de France, t. XXIV, p. 389.

sont néocomiennes, sans examiner si le néocomien du Midi de d'Orbigny est bien le véritable néocomien, conduit à s'exposer à tourner dans un cercle vicieux beaucoup plus dangereux que celui inventé par M. Pictet, allant de Stramberg à Berrias et de Berrias à Stramberg.

Nous examinerons dans ces quelques lignes si d'Orbigny a produit des raisons à l'appui de sa classification du néocomien du midi de la France; nous dirons ensuite quelques mots sur les caractères généraux des fossiles rencontrés à la Porte de France, à Aizy et à Berrias; enfin nous donnerons un résumé de l'étude stratigraphique que nous venons de terminer, en suivant attentivement la limite des terrains jurassiques depuis Cirin, près Lhuis, jusqu'à Berrias.

On est tout d'abord étonné en parcourant, soit la *Paléontologie française*, soit le *Cours de paléontologie stratigraphique* de d'Orbigny, de trouver si peu de raisons à l'appui de sa classification, et cependant les opinions très-disparates qui ont été émises sur le soi-disant néocomien inférieur du Midi auraient dû engager le savant paléontologiste à traiter cette importante question au point de vue stratigraphique, comme il l'avait d'ailleurs fait pour d'autres dépôts.

D'Orbigny ne donnant pas d'études stratigraphiques capables d'éclairer sa classification, examinons ce que d'autres géologues ont produit sur cette matière. Il suffit de jeter les yeux sur les travaux de M. Scipion Gras pour se convaincre de l'existence du cercle vicieux dans lequel on risquerait de tomber, si l'on cherchait à traiter la question des couches à *Terebratula diphyæ* avec la simplicité de méthode employée par M. Hébert.

Nous emprunterons les citations que nous allons faire à la *Description géologique du département de Vaucluse*, dans le but seulement de montrer l'obscurité dans laquelle est plongée cette question importante, et sans nous rendre solidaire de l'opinion de l'auteur sur certaines questions de détails, spécialement sur la question des marnes à *Ancyloceras*. On lit, page 96, à propos de ces marnes : « M. d'Orbigny a reconnu, comme M. Matheron, et d'une manière encore plus certaine, parce qu'il avait à sa disposition des matériaux plus nombreux, que le groupe des marnes à *Ancyloceras* renfermait une faune spéciale; mais manquant de données, à ce qu'il paraît, pour déterminer sa position géologique, il a supposé qu'il était parallèle au calcaire urgonien; il en a fait le faciès côtier de ce calcaire. Il est à remarquer que d'Orbigny n'a appuyé son opi-

nion sur aucune raison. Un peu plus tard, M. d'Archiac a assigné encore une autre place aux marnes à *Ancyloceras*; il les a mises au-dessous du calcaire urgonien, ou, en d'autres termes, il les a rapportées au néocomien inférieur.» Et page 101 : « De l'ensemble de ces faits que nous ne pourrions exposer ici avec plus de détails sans nous écarter beaucoup de notre sujet, nous avons tiré cette conséquence, que les changements brusques du niveau des mers et les soulèvements des montagnes, qui ont séparé l'époque jurassique de l'époque crétacée, n'ont pas eu lieu entre les couches à fossiles jurassiques et celles à fossiles néocomiens, mais entre ces dernières et la formation des marnes à *Ancyloceras*. Pour cette raison, nous considérons ces marnes comme formant seules la base du terrain crétacé. Quant aux couches à fossiles néocomiens, nous les rapportons à une époque géologique antérieure. Nous croyons que la faune néocomienne a été contemporaine de la grande faune dite jurassique. »

Examinons maintenant les caractères généraux des fossiles que l'on rencontre dans le néocomien tout à fait inférieur ou dans les couches à *Terebratula diphyia*.

M. Hébert (1) cite à Aizy les espèces suivantes :

Ammonites subfimbriatus, *A. semisulcatus*, *A. Calypso*, *A. Gra-sianus*, *A. Malbosi*, *A. rarefurcatus*, *A. Dalmasi*, *A. privatensis*. Dans un autre mémoire, le professeur de la Sorbonne avait cité dans les calcaires de la Porte de France : *A. subfimbriatus*, *A. semisulcatus*, *A. Rouyanus*, *A. Calypso*, *A. subfascicularis*, *Belemnites latus*.

M. Pictet donne, comme on le sait, la description de la faune à *Terebratula diphyoides* dans ses *Mélanges paléontologiques* (2^e livraison).

1^o *Belemnites latus*. Cette Bélemnite a été citée par M. Pictet, qui s'exprime ainsi : « Nous n'en connaissons que deux échantillons certains; l'un d'eux, que nous figurons, m'a été donné par M. de Malbos fils, qui l'avait recueilli dans une pierre à bâtir; l'autre fait partie de la collection du frère Euthyme. »

M. Pictet n'a pas rencontré personnellement cette Bélemnite. Malgré mon désir de la recueillir à Berrias, je n'ai pu y parvenir, circonstances qui prouvent en premier lieu qu'elle est fort rare dans ces dépôts.

(1) Deuxième note sur les Calcaires à *Terebratula diphyia* de la Porte de France.

Nous savons que M. de Malbos était un collectionneur très-respectable, mais qu'il n'y a pas à se fier sur son classement. Le frère Euthyme m'a, en outre, montré dans sa collection à Saint-Genix une Bélemnite déformée de l'oxfordien ayant les caractères du *Belemnites latus*; et je dois dire que ce fait se présente très-souvent dans l'oxfordien de l'Ardèche.

La Bélemnite figurée par M. Pictet ne paraît même pas posséder la cavité alvéolaire. Pour ces différentes raisons, je me permets d'attendre de plus nombreux et de meilleurs échantillons avant d'admettre les *Belemnites latus* dans les couches à *Terebratula diphya*.

Les mêmes observations s'appliquent aux *Belemnites Orbignyanus*. D'un autre côté, nous avons recueilli à Aizy, à Vogué, à Chandolas, à la Maison-Neuve (route de Joyeuse), une série nombreuse de Bélemnites ayant tous les caractères des *Belemnites Royerianus* de l'étage corallien ou de calcaire à Astartes.

2° *Nautilus*.

Beaucoup de types sont nouveaux; nous dirons cependant avec M. Pictet, en ce qui concerne le *Nautilus Malbosi*: « l'espèce qui lui ressemble le plus est le *Nautilus biangulatus* de la grande oolithe. »

Quant aux espèces à cloisons peu sinueuses, j'annonce que le *Nautilus berriasensis* correspond entièrement à une espèce que j'ai rencontrée dans l'étage kimméridien de Pouilly-sur-Loire. M. Pictet compare le *Nautilus berriasensis* au *Nautilus lævigatus*, en prétendant que ce dernier type est tout différent, et au *Nautilus semistriatus* du lias, ce dernier ayant un ombilic bien plus grand.

En général, le faciès général des Nautilés de Berrias me paraît plutôt jurassique que créacé.

3° *Ammonites semisulcatus*.

Dans la dissertation de M. Pictet, on remarque les lignes suivantes, p. 69: « Nos échantillons de Berrias sont encore très-voisins de l'*Ammonites Hommairei* (d'Orbigny) de l'étage kellovien (1), qui a, comme eux, des bourrelets au pourtour. On peut même aller jusqu'à dire que quelques exemplaires de ce

(1) Il est évident que nous n'acceptons l'*Ammonites Hommairei* (d'Orb.) que sous bénéfice d'inventaire. Cette espèce, trouvée en Crimée, aux environs de Chaudon (Basses-Alpes), au mont du Chat, ne pourra réellement être établie d'une manière définitive que quand la question du néocomien aura été tirée complètement au clair.

A. *Hommairei* lui ressemblent plus que ne semblerait l'indiquer la planche 173 de la *Paléontologie française*. » Il n'est pas sans intérêt de montrer l'incertitude dans laquelle était d'Orbigny en écrivant sa *Paléontologie*. Notre regretté confrère dit en effet, p. 173, t. I, *Terrains crétacés* :

« Cette espèce remarquable a été découverte aux environs de Gap, par M. Jeannot. Ce zélé naturaliste *croit* qu'elle appartient aux couches néocomiennes. »

4° *Ammonites berriasensis*.

Nous reproduisons les lignes suivantes du savant paléontologiste de Genève; elles montrent jusqu'à quel point il était embarrassé dans la séparation de cette espèce (p. 71) :

« Elle a en revanche des rapports très-intimes avec l'*Ammonites tatricus* des étages kellovien et oxfordien; on y reconnaît le même enroulement, la même forme générale et presque identiquement les mêmes cloisons. Leur comparaison avec de bons échantillons de diverses localités jurassiques m'a laissé quelques incertitudes, car il y a entre ces derniers des différences très-appreciables suivant le gisement d'où ils proviennent. »

5° *Ammonites subfimbriatus*.

D'Orbigny dit, page 122 de sa *Paléontologie française, Terrains crétacés*, tome I :

« Par ses stries festonnées, caractère rare parmi les *Ammonites*, par ses côtes transversales, par ses tours de spire convexes, cette espèce se rapproche un peu de l'*Ammonites fimbriatus*; mais elle s'en distingue par ses stries bien plus fines, par ses côtes plus régulièrement espacées, par la légère compression de ses tours de spire, puis par les lobes de ses cloisons tout à fait différents.

Ammonites Dalmasi.

M. Pictet trouve avec beaucoup de raison que cette espèce a des rapports avec l'*Ammonites radisensis*; je dirai même que ces rapports sont très-intimes, et l'on sait que l'*A. radisensis* occupe le calcaire à Astartes.

Ammonites Grasianus. — Type spécial.

Ammonites Nieri. — D'après M. Pictet, on ne trouve aucune espèce jurassique à lui comparer; cependant, en examinant la figure qu'en donne M. Pictet et celle que donne d'Orbigny de l'*A. rotundus* (pl. 216) de la *Paléontologie française, Terrains jurassiques*, t. I, on est frappé de l'analogie de ces deux espèces.

L'*Ammonites rotundus* a l'ombilic un peu plus ouvert et le tubercule terminal aux deux tiers de l'épaisseur des tours moins

accentué; nous savons que ces différences ne sont pas spécifiques.

Ammonites rotundus est kimmérien.

Ammonites Euthymi. — Ce type se rapproche en effet du groupe de *radiatus*; il ne s'écarte pas cependant beaucoup du type *Eugenii* de l'oxfordien; il faut cependant reconnaître que l'*A. Euthymi* est, de toutes les Ammonites de Berrias, celle dont la physionomie se rapproche le moins de celles d'espèces jurassiques.

Ammonites Malbosi. — On sait que d'Orbigny a assimilé l'*A. Malbosi* à l'*A. anceps*. Quoique cette assimilation soit erronée, elle prouve cependant avec assez d'éloquence le faciès jurassique de cette espèce.

Ammonites Boissieri et *A. occitanicus*. — Ces Ammonites se rapprochent de l'espèce *Eudoxus* de l'étage kimmérien tant par leurs tubercules ombilicaux que par leurs côtes interrompues sur le dos.

Ammonites rarefurcatus. — Les dégradations qui font passer l'*A. Boissieri* à l'*A. occitanicus*, et celui-ci au *rarefurcatus*, font écrire à M. Pictet les lignes suivantes, p. 82 : « Il faudra cependant avoir pu l'étudier sur un plus grand nombre d'échantillons avant de pouvoir décider si elle se lie à cette *occitanicus* par des transitions ou si elle en reste toujours indépendante. »

D'un autre côté, M. Hébert (t. XXIV, p. 391, *Bulletin de la Société géologique de France*) annonce qu'il a été porté à trouver des rapports entre le *rarefurcatus* et le *plicatilis*.

Je possède en effet certains échantillons de *rarefurcatus* qui ont à peine les côtes interrompues sur le dos et que l'on pourrait parfaitement confondre avec le *biplex*.

Ammonites privatensis. — M. Pictet lui trouve des analogies avec les Ammonites *Calisto*, *asperrimus*, *biplex* et *anceps*.

Je trouve surtout cette dernière assimilation remarquable. Je possède des Ammonites *anceps* qui ne sauraient être facilement distingués du *privatensis*, quoique M. Pictet lui trouve les côtes plus flexueuses et bifurquées plus tard.

Ammonites Astierianus. — J'ai trouvé dans l'oxfordien supérieur de Lapoulte des échantillons de *biplex* fortement renflés, se rapprochant beaucoup de certains *Astierianus*. D'un autre côté, M. Pictet s'exprime ainsi à propos de la variété n° 3, p. 87 : « Dans cette variété, les tubercules sont situés sur une sorte de carène, en dehors de laquelle l'inflexion est plus grande

que dans les précédentes, de sorte qu'ils laissent moins de place aux flancs. C'est presque la forme de quelques espèces jurassiques (*coronatus*, etc.). »

Nous pourrions continuer ces comparaisons en passant en revue les brachiopodes et les échinodermes, où nous constatons les formes à faciès jurassique des *Collyrites transversarius* et *Voltzii*; mais nous pensons que l'examen que nous venons de faire des céphalopodes prouve qu'en jetant un coup d'œil général sur la faune de Berrias, d'Aizy ou de la Porte de France, et en mettant de côté la classification préconçue du néocomien méridional de d'Orbigny, on ne tarde pas à reconnaître que tous les prototypes des céphalopodes de Berrias (*Hommairi*, *biplex*, *anceps*, *fimbriatus*, etc.) se rencontrent dans les terrains jurassiques, et que les dérivés de ces types s'éteignent au-dessus des couches qu'on a désignées à tort comme néocomiennes.

La régularité de la sédimentation, non interrompue par des phénomènes perturbateurs, a permis, en effet, à ces prototypes de se développer régulièrement sous l'influence de la variation des milieux vitaux, et celui qui ne verrait pas une succession remarquable dans l'apparition de types semblables, depuis le lias jusqu'au néocomien inférieur du Midi (pour nous le jurassique supérieur), fermerait les yeux devant une des manifestations les plus curieuses de la nature.

Les affinités de la faune des couches à *Terebratulula diphya* étant jurassiques, il devenait intéressant de voir si la stratigraphie viendrait confirmer ces affinités. Nous venons de terminer cette étude, et nous nous empressons, dès aujourd'hui, d'en faire connaître les résultats généraux, de même que la méthode que nous avons suivie. Nous avons pris comme point de départ les environs de Lhuis (Ain), où, comme à Cirin, on constate tous les termes des terrains jurassiques, y compris le kimnérien et le portlandien terminés supérieurement par une couche de poudingue.

Nous avons admis que cette couche de poudingue représentait un niveau synchronique, et, comme il nous a été possible de la suivre pas à pas depuis les environs de Lhuis jusqu'à Berrias, où elle est encore bien développée, par Lemenc (Savoie), Aizy (Isère), le Pouzin, Chomerac (Ardèche), environs de Vogué, Chandolas, etc., nous avons conclu que les formations situées au-dessous de cette couche sont jurassiques, et qu'en particulier

1° Les bancs épais situés immédiatement sous ce poudingue d'une allure si constante représentent le portlandien ;

2° Les calcaires à grains fins exploités à Cirin comme pierres lithographiques, et représentant l'étage kimmérien, se prolongent avec les mêmes allures et le même faciès jusqu'à Berrias, où ils contiennent la *Terebratula diphya* et les autres fossiles décrits par M. Pictet ;

3° La *T. diphya* de Grenoble et la *T. diphyoides* de Berrias appartiennent à la même espèce ;

4° Il me paraît à peu près certain que les couches de Stramberg, celles de la Porte de France, d'Aizy et de Berrias appartiennent au même horizon ;

5° Les calcaires oolithiques à faciès corallien du Jura se terminent en biseau aux environs de Lhuis, et sont remplacés par des calcaires compactes synchroniques à faciès oxfordien. On constate en ce point le phénomène qui se remarque vers la Loire, aux environs de la Charité, où le calcaire oolithique moyen et inférieur du coral-rag se trouve remplacé par une énorme épaisseur de calcaire argileux très-pauvre en fossiles.

A la suite de cette communication, M. de Lapparent fait observer que l'opinion professée aujourd'hui par M. Ébray est celle qui a été développée, il y a trois ans, par MM. Oppel et Benecke, pour qui les calcaires de la Porte de France, de Stramberg, etc., constituent cet étage *tithonique* créé par Oppel et comprenant toutes les couches de passage entre le terrain jurassique et le terrain crétaé.

Séance du 3 février 1868.

PRÉSIDENTENCE DE M. BELGRAND.

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

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. GOSCHLER, ingénieur, boulevard Saint-Michel, 35, à Paris ; présenté par MM. Ch. Laurent et Louis Lartet.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Amédéc Burat, *Les houillères en 1867, d'après les documents de l'Exposition universelle*, 1 vol. in-8, 192 p. et 1 atlas, in-4 ; Paris, 1868 ; chez J. Baudry.

De la part de M. Édouard Dufour, *Les perspectives de la science*, in-8, 31 p. ; Nantes, 1867 ; chez veuve C. Mellinet.

De la part de M. Alphonse Favre, *Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du mont Blanc*, 3 vol. in-8, et atlas de 32 pl. ; Paris, 1867 ; chez Victor Masson et fils.

De la part de M. A. Leymerie, *Notice sur le phénomène diluvien dans le bassin de Lavilledieu et dans les parties afférentes des vallées de la Garonne, du Tarn et de l'Aveyron*, in-8, 22 p., 2 pl. ; Toulouse, 1867 ; chez Ch. Douladoure.

De la part de M. G. Seguenza :

1° *Sul cretaceo medio dell' Italia meridionale* ; in-8, 7 p. ; Milan, 1867 ; chez Bernardoni.

2° *Paleontologia malacologica dei terreni terziarii del distretto di Messina (Pteropodi ed Eteropodi)* ; in-4, 22 p., 1 pl. ; Milan, 1867 ; chez Bernardoni.

De la part de M. Gustave Lambert, *L'expédition au Pôle Nord*, in-8, 134 p., 1 pl. ; Paris, 1868 ; au siège de la Société de Géographie, rue Christine, 3.

De la part de MM. C. M. Guldberg et P. Waage, *Études sur les affinités chimiques*, in-4, 74 p. ; Christiania, 1867 ; chez Brogger et Christie.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1868, 1^{er} sem. — T. LXVI, n^{os} 3 et 4, in-8.

L'Institut, n^{os} 1777 et 1778 ; 1868, in-8.

Bulletin de la Société de l'industrie minérale (Saint-Étienne), janvier, février et mars 1867, in-8.

The Athenæum, n^{os} 2100 et 2101 ; 1868, in-4.

Transactions of the Cambridge philosophical Transactions, vol. X, part. II. — Vol. XI, part. I, in-4.

Transactions of the geological Society of Glasgow, vol. II, part. III, in-8.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc., de G. Leonhard et H. B. Geinitz ; 1867, 7^e cahier, in 8.

Verhandlungen der K. K. geologischen Reichsanstalt ; 1867, n^o 18 ; 1868, n^o 1 ; in-8.

Monatsbericht der K. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, septembre et novembre 1868, in-8^o.

Sitzungs-Berichte der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis, juillet, août et septembre, 1867, in-8.

Revista de los progresos de las ciencias exuctas, fisicas y naturales, décembre 1867 ; in-8.

Revista minera, 13 janvier 1868 ; in 8.

M. Hébert offre à la Société, au nom de l'auteur, un ouvrage ayant pour titre :

Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse, voisines du mont Blanc ; par M. Alphonse Favre ; 3 vol. in-8, accompagnés d'un atlas in-f^o.

et donne de cet ouvrage l'analyse suivante :

Ce grand et important ouvrage est une description géologique complète d'un des pays les plus célèbres dans les annales de la science, celui qui a été le principal théâtre des explorations de de Saussure, et où se sont succédé, depuis, tous les plus illustres représentants de la géologie et de la physique du globe. Compatriote de de Saussure, M. Favre s'est inspiré du plan et de la méthode de son illustre prédécesseur, mais en faisant une œuvre toute nouvelle, grâce aux immenses progrès qu'ont faits, depuis le commencement de ce siècle, la géologie et toutes les sciences sur lesquelles elle s'appuie. Tous ceux qui s'intéressent à ces grandes études de la nature alpine retrouveront, dans la partie descriptive de cet ouvrage, cette exactitude, cette vérité d'observation qui donnent aux *Voyages* de de Saussure un cachet et un intérêt tout particuliers. Toutes les recherches antérieures et toutes les opinions émises sur la structure de cette partie des Alpes y sont recueillies avec une

érudition scrupuleuse et discutées avec une parfaite critique, en présence des faits nouveaux établis par l'auteur ou acquis à la science dans ces dernières années, et contrôlées par ses observations personnelles. Le développement donné par M. Favre à cette partie critique de l'ouvrage était réclamé par les longues et vives discussions auxquelles ont donné lieu plusieurs des questions fondamentales de la géologie des Alpes, et par les incertitudes qui subsistent encore sur plusieurs faits d'une importance très-générale.

Les vingt-sept premiers chapitres sont principalement consacrés à la description géologique, à l'exposition des faits dans un ordre géographique.

Commençant (chap. 1 à v) par la plaine de Genève ses dépôts modernes et quaternaires, M. Favre (chap. vi à ix) entre dans une étude approfondie du terrain *erratique*, si important dans cette région où a pris naissance la théorie de l'ancienne extension des glaciers. Il décrit ces anciens dépôts glaciaires dans les vallées alpines du Rhône, de l'Arve, de la Haute-Isère et de la Doire-Baltée. Le chapitre x est consacré à l'histoire de cette grande question des dépôts erratiques, aux preuves de l'ancienne extension des glaciers et à la discussion des diverses théories par lesquelles on a essayé de l'expliquer. M. Favre pense que les faits observés n'indiquent, dans les Alpes, qu'une seule période glaciaire, et que rien n'autorise à supposer qu'il y ait eu dans cette région, pendant le cours de l'époque quaternaire, des changements de niveau, des oscillations du sol comme celles qui ont été reconnues dans le nord de l'Europe. L'immense quantité de matériaux qui ont été arrachés aux Alpes, comme l'étude de la structure orographique, démontre que ces montagnes, au début de la période quaternaire, devaient être plus élevées, leurs vallées moins larges et moins profondément creusées; leur ensemble présentait une configuration plus favorable que celle d'aujourd'hui à l'extension de vastes nappes de glaciers. Cependant ce n'est pas au creusement par les glaciers que les vallées des Alpes doivent leur origine, ainsi que l'a supposé M. Tyndall. M. Favre, d'accord avec la plupart des *glaciéristes*, se refuse même à admettre la théorie de l'*affouillement glaciaire*, suivant laquelle les bassins des lacs et autres dépressions auraient été d'abord comblés par les *alluvions anciennes*, puis déblayés par l'extension ultérieure des glaciers; il pense que les lacs existaient, que leurs bassins ont été déterminés par les dislocations du sol, et qu'ils ont été

conservés, pendant la période glaciaire, sans être comblés autrement que par la glace elle-même.

Le chapitre XI est consacré à la mollasse des environs de Genève, et le chapitre XII à l'étude du Salève, chaîne isolée entre le Jura et les Alpes, mais dont la structure se rapproche surtout de celle du Jura. Le chapitre XIII contient un travail paléontologique de M. P. de Loriol sur les fossiles de cette montagne.

La partie des Alpes décrite par M. Favre est divisée en 14 massifs, dont chacun fait l'objet d'un chapitre spécial.

Déjà, dans ceux qui sont les plus rapprochés de Genève, aux Voirons (chap. xv), au Môle (chap. xvi), on se trouve en présence de bouleversements très-complicqués et de difficultés relatives à la distinction des divers étages jurassiques et à leur séparation d'avec le terrain néocomien, à *facies* alpin.

Le vaste massif du Chablais (chap. xvii) offre un développement considérable de terrains jurassiques, à la base desquels on trouve l'*infra-lias*, bien caractérisé à Meillerie, à Matringe, etc. La reconnaissance de ce dernier horizon a permis à M. Favre de démontrer rigoureusement l'existence du *trias*, dont les affleurements sont nombreux et importants dans cette partie de la Savoie.

Dans les montagnes situées entre la vallée d'Abondance et celle du Rhône, la série jurassique est terminée par un groupe puissant de calcaire gris associé à des dépôts charbonneux, qui renferme des fossiles que M. Favre rapporte à l'étage de Kimmeridge, bien qu'ils ne soient pas suffisamment caractérisés pour ôter tout prétexte à de justes réserves. Ces couches jurassiques supérieures se poursuivent au nord du lac Léman, à travers les Alpes vaudoises et le Simmenthal, jusqu'au bord du lac de Thun; et, dans toute cette étendue, on ne trouve aucune trace de terrain néocomien, ni des autres étages crétacés, tandis que tout près de là, partout où le terrain néocomien existe, on ne trouve dans le terrain jurassique sous-jacent que des fossiles de la faune oxfordienne. Ces parties de la Suisse et de la Savoie, comprises entre Thun et Bonneville, paraissent donc, selon l'opinion de M. Studer, avoir formé une île dans les mers crétacées; et même elles n'ont pas été recouvertes par les couches éocènes à *Nummulites*, mais seulement par les grès du *flysch* ou *macigno alpin*, qui ont une grande étendue dans la partie moyenne du Chablais.

Le massif des Vergys et de la Tournette (chap. xviii), com-

pris entre la vallée de l'Arve et le lac d'Annecy, est principalement formé par un grand développement de terrain néocomien, surmonté de gault et de quelques lambeaux de craie et de terrain nummulitique qui y occupe aussi une étendue considérable. Les caractères de ces terrains y sont très-nets, et, comme le dit M. Favre, c'est un massif dont on doit conseiller l'étude aux débutants dans la géologie des Alpes. Cependant il présente encore une orographie compliquée, des accidents grandioses; et surtout ce n'est pas sans surprise que l'on trouve, suivant son axe médian, dans la direction de Cluses à Faverges, deux îlots de roches jurassiques et triasiques très-bouleversées, ceux de la montagne des Almes et du mont Sulens, entourés et en partie recouverts par les grès du flysch, tandis que les chaînes néocomiennes se contournent à distance autour de ces îlots, et que leurs couches semblent, au premier abord, s'enfoncer de toutes parts sous ces masses plus anciennes.

La continuation de la chaîne orientale de ce massif forme, à l'E. du Chablais, le massif des Fiz (chap. xix), célèbre dans l'histoire de la stratigraphie par ses gîtes de fossiles du gault et du terrain nummulitique, et le massif des Avoudruz et de la Dent-du-Midi (chap. xx), où les terrains crétacés et nummulitiques, soumis à des refoulements énergiques entre les massifs antérieurement disloqués du Chablais à l'ouest, des Aiguilles-Rouges et du mont Blanc à l'est, ont subi des bouleversements d'une complication extrême. M. Favre décrit plusieurs courses très-intéressantes à travers ces montagnes peu connues et d'un parcours difficile.

Dans le chapitre XXI, M. Fabre aborde l'étude des terrains anciens, propres aux chaînes centrales des Alpes, en commençant par le massif des Aiguilles-Rouges et du Brévent, composé de schistes cristallins percés de filons granitiques, sur lequel s'appuient à l'ouest les grandes masses jurassiques du Buet, des Tours-Sallières, etc. Il a trouvé, sur le sommet le plus élevé des Aiguilles-Rouges, un lambeau de couches secondaires horizontales entrevu déjà par Dolomieu et par Necker. Ce lambeau montre comment les terrains jurassiques et triasiques du Buet, d'une part, et de la vallée de Chamonix, d'autre part, peuvent être considérés comme les deux jambages d'une voûte rompue et emportée en majeure partie, mais dont la clef reste encore en place sur le sommet de la masse des schistes cristallins qui a formé en quelque sorte la charpente intérieure de cette voûte.

Le massif du mont Blanc, avec les vallées et les cols qui les circonscrivent sur ces deux versants, forme l'objet des chapitres XXII et XXIII.

La *protogine* constitue la masse principale de la chaîne du mont Blanc, mais elle n'en occupe pas exactement la partie centrale ; elle n'est pas entourée de toutes parts des schistes cristallins. Ceux-ci manquent sur une grande partie du revers sud-est de la chaîne, et M. Favre indique, dans plusieurs excursions à travers les cimes, les limites et le rôle orographique différent de ces schistes et de la protogine. Cette roche diffère des vrais granites non-seulement par des particularités minéralogiques, mais surtout en ce qu'elle est réellement *stratifiée*, nullement éruptive, et qu'elle se lie inséparablement par ses allures et par des passages insensibles avec les schistes cristallins du versant ouest et des deux extrémités de la chaîne. L'ensemble de ce terrain cristallin affecte, comme on le sait, la *structure en éventail*, pour laquelle M. Favre adopte complètement l'explication que M. Lory avait proposée (1), par un *refoulement* qui s'est exercé avec plus d'intensité sur la base de la chaîne que sur ses parties culminantes. Dans la vallée de Chamonix, les couches du trias et du terrain jurassique participent à cette disposition et sont renversées sous les schistes cristallins. M. Favre admet qu'il en est de même sur l'autre versant, au mont Fréty, en face de Courmayeur (2).

Le *terrain houiller* paraît manquer dans la chaîne du mont Blanc, mais il se montre très-développé un peu à l'ouest, où il présente, particulièrement à sa base, les célèbres poudingues de Valorcine. Le *trias*, bien que généralement peu épais sur le versant savoisien, s'y montre dans un grand nombre de localités, avec ses gypses et ses cargneules très-développés, par exemple aux bains de Saint-Gervais ; mais sur d'autres points, surtout sur le versant sud-est, les couches jurassiques s'appuient directement sur les schistes cristallins. Ces couches jurassiques sont des calcaires noirs plus ou moins argileux et schisteux prenant souvent la structure d'ardoises. On y trouve souvent des Bélemnites très-déformées, et on les a générale-

(1) *Descr. géol. du Dauphiné*, 1860, p. 180.

(2) M. Lory a eu l'occasion de dire que, de ce côté, le renversement des couches jurassiques lui semblait contestable (*Réun. des Sociétés savantes*, avril 1866).

ment regardées jusqu'ici comme appartenant au *lias*. Cet étage paraît bien exister, en effet, sur quelques points, à Sembranchier et peut-être au mont Joli, et les *grès remarquables* de de Saussure, qui forment le rocher du Bonhomme et le plateau du col des Fours, représentent probablement l'*infra-lias*, comme l'ont dit MM. Lory et Vallet; mais, dans l'ensemble du terrain, M. Favre (chap. xxxii) pense que le *lias* est très-peu développé et même manque le plus souvent dans toute cette zone des chaînes centrales; les Ammonites citées au mont Joli, à Servoz, etc., et, plus au midi, au col de la Madeleine, près de Moutiers, sont, d'après lui, des espèces du groupe oolithique inférieur, et il paraît disposé à rapporter à ce groupe la plus grande partie des schistes argilo-calcaires des chaînes centrales de la Savoie. Ce serait, du reste, un fait analogue à ce qui est reconnu dans les Alpes bernoises, où les couches en contact avec les roches cristallines contiennent des fossiles de l'oolithe inférieure ou de la grande oolithe, tandis que l'on ne connaît de fossiles *liasiques* que dans les chaînes extérieures. Ce point de vue est nouveau pour les Alpes de la Savoie, et il s'accorde peu avec ce que l'on a admis jusqu'ici pour les chaînes centrales de la Maurienne et du Dauphiné, dont tous les fossiles connus jusqu'ici appartiennent au *lias*. Il y a là une double question paléontologique et stratigraphique très-importante à éclaircir.

M. Favre décrit même un gîte de fossiles, à la Mayaz, près du col Ferret, sur le versant suisse de la chaîne du mont Blanc, où l'on trouve des radioles d'échinides que M. Desor regarde comme appartenant très-probablement au *Cidaris propinqua* caractéristique de l'oxfordien supérieur; la couche qui les renferme n'est séparée de la protogine que par quelques mètres de schistes ardoisiers et de conglomérats, qui paraissent reposer régulièrement sur les terrains anciens. Ce serait le seul indice connu de l'extension des étages jurassiques moyens sur le versant sud-est du mont Blanc.

Près de Courmayeur (ch. xxiii), les schistes jurassiques à Bélemnites du val d'Entrèves s'enfoncent sous les masses du mont Chétif et de la Saxe, formées de protogine et de schistes cristallins. Cette superposition, que de Saussure qualifie de *monstrueuse*, paraît à M. Favre pouvoir s'expliquer par un renversement, comme les superpositions analogues dans la vallée de Chamouix. Cependant, d'après M. Lory, et il est utile, dans des questions de ce genre, de mettre en regard les opinions d'autorités aussi compétentes, le cas n'est point le même; les

roches du mont Chétif et de la Saxe n'ont point la structure en éventail; elles plongent uniformément vers le S. E., et ne présentent aucun indice de repli sur elles-mêmes comme le suppose la coupe donnée par M. Favre; sur leur versant S. E. on ne trouve plus de terrain jurassique, mais bien une série triasique extrêmement épaisse qui repose normalement sur ces roches anciennes. M. Lory a montré (*Bull.*, 2^e série, t. XXIII, pl. X) que ce trias formait la lèvre supérieure d'une grande faille de 40 lieues de longueur et peut-être plus, qu'il a suivie depuis le Briançonnais jusqu'en Valais, et il pense que le contact anormal du terrain jurassique avec les roches du mont Chétif et de la Saxe est dû simplement à cette *faille*, dont le plan de fracture, au lieu de rester vertical, a été renversé par les mêmes refoulements latéraux qui ont produit la structure en éventail dans la chaîne du mont Blanc.

Le *trias*, sur le versant S. E. du mont Blanc, a une épaisseur énorme et une physionomie très-différente de celui du versant N. O. Il se compose, en majeure partie, de schistes gris lustrés, plus ou moins calcaires, et de calcaires micacés, auxquels sont associés des brèches très-singulières, des dolomies et de grandes masses de gypse. L'étage inférieur est formé par des grès blancs ou bigarrés, souvent très-développés. Sur sa carte géologique, publiée en 1862, M. Favre n'avait figuré, comme *trias*, que ces roches de grès, gypses et cargneules analogues à celles qui se trouvent dans le trias du versant N. O., et il avait colorié, quoique avec doute, les schistes lustrés et les calcaires cipolins de la teinte du *lias*. M. Lory et M. Vallet ont établi que le prolongement de ce groupe venait, dans les environs de Moutiers, s'enfencer sous le *lias* de la chaîne des Encombres et l'*infra-lias* bien caractérisé qui en forme la base; de sorte que ces schistes lustrés, brèches et calcaires micacés de la Tarentaise ne peuvent être que triasiques et correspondent aux schistes lustrés du mont Cenis, dans la Haute-Maurienne, le Piémont, etc. M. Favre adopte complètement cette classification.

Ce grand système triasique forme toute la ligne de hautes crêtes, dont les couches se dressent en regard du versant S. E. du mont Blanc, et dont plusieurs sommets sont célèbres par la beauté de leur panorama; ainsi la Pierre-à-Voir, au-dessus de Saxon (Valais) (§ 589 bis), les cimes entre le col Ferret et le Grand-Saint-Bernard, entre Courmayeur et Morgex, le Cramont (§ 675) et toutes ces grandes masses comprises entre l'Allée-

Blanche et la route du Petit-Saint-Bernard. Dans leurs parties les plus élevées entre le col de la Seigne et le Petit-Saint-Bernard ces assises triasiques (§ 672) sont entremêlées de plusieurs affleurements de *serpentine* qui forment de véritables nappes inter-stratifiées parallèlement aux couches normales du terrain, comme M. Lory en avait signalé précédemment des exemples dans les serpentines du Briançonnais. Elles sont accompagnées de roches chloritenses, quartzeuses, etc., qui paraissent au savant professeur de Grenoble n'être que des schistes triasiques métamorphiques, modifiés par les infiltrations qui ont accompagné l'émission des serpentines, probablement contemporaine du dépôt du terrain.

En signalant ce grand développement du système triasique sur le versant S. E. du mont Blanc, nous avons un peu anticipé sur la marche de l'ouvrage de M. Favre, qui suit d'abord (chap. xxiv et xxv) la continuation des terrains des Aiguilles-Rouges et du mont Blanc vers le sud, dans les environs de Mégève, de Beaufort et d'Albertville, et décrit ensuite la partie de la Tarantaise située sur la rive droite de l'Isère, jusqu'à Moutiers. La grande bande de trias dont nous venons de parler se continue dans cette partie de la Tarantaise, depuis le col de la Seigne jusqu'à Moutiers, et elle est coupée par l'Isère, entre Aime et Aigueblanche.

Dans cette partie de la Tarantaise, entre Aime et le bourg Saint-Maurice, cette grande bande de trias se trouve en contact, à l'E. avec la zone principale des *grès à anthracite* (terrain houiller des Alpes) qui se prolonge sans discontinuité, comme on le sait, au midi, à travers la Maurienne et le Briançonnais, au nord, jusqu'aux environs de Sion en Valais.

Dans le chap. xxvi, M. Favre suit cette zone de grès houiller, vers le sud, en dehors des limites de sa carte, dans ses rapports avec le trias, l'infra-lias et le lias, particulièrement dans la direction du col des Encombres, si connu par son beau gisement de fossiles liasiques. Il résume ensuite toutes les observations faites dans ces dernières années sur les terrains de la Maurienne, sur les gisements de *Nummulites* et de fossiles de l'infra-lias qui ont permis d'en débrouiller rigoureusement la stratigraphie et expose les résultats constatés dans la *Réunion de la Société géologique de France*, en 1861.

Revenant alors vers le nord, il consacre un dernier chapitre descriptif (chap. xxvii) à la zone de trias, de terrain houiller et de schistes cristallins qui s'étend du bourg Saint-Maurice à Sion,

par les deux Saint-Bernard. La série des cols du Petit-Saint-Bernard, de la Séréna, de Fenêtre et d'Établou, marque le contact constant des deux zones triasique et houillère. Sur toute cette ligne de contact et sur son prolongement à travers la Tarantaise, le col des Encombres, etc., les grès à anthracite paraissent, au premier coup d'œil, superposés aux autres terrains secondaires; M. Favre croit que cette apparence de superposition doit s'expliquer par un *renversement* du terrain houiller sur les terrains triasique et jurassique; pour M. Lory, qui a étudié toute cette ligne de contact depuis le Valais jusqu'à Briançon, elle serait la trace évidente d'une grande faille qui même, en face de Moutiers, se trouve subdivisée en plusieurs gradins de failles secondaires, mais redevient unique un peu plus au midi et va passer au col des Encombres et au pied ouest de la montagne du Chardonnet (Hautes-Alpes), célèbres l'un et l'autre dans l'histoire des discussions relatives aux grès à anthracite des Alpes.

Nous ne terminerons pas cette analyse de la partie descriptive de l'ouvrage sans mentionner avec tous les éloges qu'il mérite l'atlas de profils et de vues géologiques qui en est le complément indispensable; tous ceux qui connaissent les localités reconnaîtront le soin et l'exactitude avec lesquels elles ont été représentées. Tous les profils généraux sont dressés à la même échelle pour les hauteurs et les distances, condition indispensable dans la géologie des pays de montagnes. M. Favre a pris soin de reproduire aussi tous les profils importants donnés précédemment par d'autres géologues; et cet atlas forme, avec la carte, un ensemble de documents qui sera un guide précieux pour toutes les explorations futures.

Les neuf derniers chapitres sont consacrés à une revue théorique et systématique des faits et des caractères des divers terrains dans la région des Alpes. Commencant par les plus inférieurs, M. Favre discute d'abord les caractères de la protogine et des roches granitiques, en général, et il adopte la théorie de l'intervention de l'eau, à haute température, dans la cristallisation de ces roches. La protogine, en particulier, serait réellement *stratifiée* et ne formerait jamais de filons; il existe, même dans la chaîne du mont Blanc, mais surtout dans celle des Aiguilles-Rouges et dans les environs de Beaufort, de vrais filons de diverses roches granitiques plus ou moins porphyroïdes, dont les plus célèbres sont ceux du *granit de Valorcine*, décrits par de Saussure et par Necker. Les schistes plus ou

moins cristallins sont aussi manifestement *stratifiés*, et M. Favre pense qu'ils se rapportent, en général, aux terrains sédimentaires les plus anciens; il a trouvé l'*Eozoon canadense* dans les calcaires serpentineux alternant avec le gneiss de la Jungfrau (Alpes bernoises). On sait d'ailleurs que des fossiles *siluriens* ont été trouvés à Dienten, en Tyrol, dans une couche graphiteuse intercalée dans des schistes chloriteux gris ou verts, qui paraissent identiques avec ceux du Valais.

Le chap. xxx est consacré à une histoire très-détaillée de la question du terrain carbonifère dans les Alpes. Après avoir résumé les caractères stratigraphiques et paléontologiques qui démontrent que les *grès à anthracite* sont bien les représentants du *terrain houiller*, M. Favre fait une revue de tous les travaux dont ces grès ont été l'objet; il montre comment, en 1823, par les progrès naturels de la géologie, Bakewell était arrivé à les classer dans le *terrain houiller* et à reconnaître aussi l'existence distincte du trias (1) et du lias, comment, en 1828, ces principes, reconnus si justes aujourd'hui, se trouvèrent abandonnés, et toute la géologie des Alpes remise en question par les mémoires de M. Élie de Beaumont sur Petit-Cœur et sur le col du Chardonnet, les travaux nombreux et les vives discussions qui se combattirent sur ce terrain durant plus de trente ans, et enfin la manière dont les difficultés stratigraphiques se trouvèrent éclaircies par les découvertes des Nummulites et de l'infra-lias dans la Maurienne, ce qui permit d'établir, dans la réunion extraordinaire de la Société géologique, en 1861, les bases définitives de la classification des terrains de cette partie des Alpes.

Dans le chap. xxxi, M. Favre examine la constitution du terrain triasique de la Savoie; il discute l'origine et le mode de formation des roches spéciales qu'il renferme et qui sont plus ou moins analogues à celles du trias d'autres contrées.

Dans les quatre chapitres suivants, il résume les caractères stratigraphiques et paléontologiques des terrains jurassiques, crétacés, tertiaires et quaternaires, et termine enfin, dans le chap. xxxvi, par un coup d'œil général sur la structure orographique (2) et sur la constitution successive du sol de la Savoie dans la suite des diverses périodes géologiques.

(1) Bakewell rapportait les cargneules et le gypse des Alpes au *magnesian limestone*.

(2) M. Favre (§ 804, p. 517) accorde peu d'importance aux *failles*, qu'il

On voit par ce résumé, trop succinct malgré son étendue, que la description géologique de la région du mont Blanc est un véritable monument, d'une haute valeur scientifique. Le zèle ardent et persévérant de l'auteur lui a permis d'amasser, par des recherches de plus de vingt-cinq années, les matériaux qu'il devait mettre en œuvre; il a su les coordonner avec une grande sagacité.

M. Marcou fait ressortir le mérite de l'œuvre accomplie par M. Favre qui, à l'exemple de Saussure, consacre sa fortune aux plus nobles travaux.

M. le Président annonce que le Conseil a désigné MM. d'Archiac, Daubrée et Hébert pour faire partie de la Commission chargée de vérifier l'état des collections de la Société.

M. le Président notifie ensuite à la Société la nomination de M. Ferrand de Missol aux fonctions nouvellement créées d'archiviste-adjoint.

M. le Président rappelle la décision prise par la Société en 1867, relativement à l'institution d'une séance générale annuelle. Le Conseil a fixé la date de cette réunion, pour 1868, au mercredi 11 mars. Sur les observations présentées par divers membres, cette date est reculée au lendemain jeudi 12 mars. Une lettre d'avis sera prochainement envoyée à tous les membres de la Société.

Sur l'invitation du Président, le Secrétaire fait connaître, dans les termes suivants, les résolutions prises par le Conseil et par la Commission du Bulletin dans leurs dernières séances :

« Le Conseil, considérant que l'état des finances de la Société interdit toute dépense superflue, a décidé qu'à l'avenir on appliquerait rigoureusement les décisions antérieures qui mettent à la charge des auteurs : 1° les frais

semble considérer comme n'étant souvent qu'une *hypothèse commode*. Mais il est juste de faire observer que le système de contournements, auxquels il a généralement recours, ne peut pas expliquer certaines dispositions (§ 589 bis, 691, etc.).

d'impression au delà de deux feuilles par note ; 2° les remaniements faits après coup et les frais de correction excédant 10 francs par feuille.

« En outre, le Conseil et la Commission recommandent aux auteurs d'apporter, dans la rédaction de leurs notes, une sobriété qui ne sera pas moins favorable à l'exposition de leurs vues qu'aux intérêts du budget de la Société. Autrement la Commission du Bulletin userait, à cet égard, des droits que le Règlement lui confère et chargerait le Secrétaire de supprimer, sauf approbation, les longueurs jugées inutiles.

« Il a été décidé que ces résolutions seraient portées, par la voie du *Bulletin*, à la connaissance de tous les membres de la Société. »

M. Levallois annonce la mort de M. Thirria et rappelle les principaux titres scientifiques qui le désignent particulièrement aux regrets de la Société.

M. Marcou s'associe aux sentiments exprimés par M. Levallois et proclame la haute importance du travail de M. Thirria sur la géologie du Jura.

M. Alb. Gaudry lit une lettre de M. Ami Boué, accompagnant l'envoi de sa photographie à la Société géologique.

M. Marcou donne lecture d'une lettre adressée par la Société de géographie à la Société géologique en faveur de l'expédition au pôle nord projetée par M. Gustave Lambert.

M. Tournouër fait la communication suivante sur les terrains tertiaires de la Bretagne :

Sur les lambeaux de terrain tertiaire des environs de Rennes et de Dinan, en Bretagne, et particulièrement sur la présence de l'étage des sables de Fontainebleau aux environs de Rennes; par M. R. Tournouër.

Les lambeaux de terrain tertiaire des environs de Rennes (Ille-et-Vilaine) et de Dinan (Côtes-du-Nord), isolés au milieu des terrains anciens de la Bretagne sur lesquels ils reposent directement sans l'intercalation jusqu'à présent reconnue d'au-

cun autre membre de la série géologique, ont depuis longtemps attiré, au moins incidemment, l'attention des géologues qui se sont occupés de cette partie de la France; et, pour donner une idée des travaux relatifs à ce sujet, je ne puis mieux faire que de renvoyer à l'*Histoire des progrès de la géologie*, tome II, 2^e partie, pag. 510, 511 et 639, où ils sont parfaitement analysés et résumés. Postérieurement à ces premiers travaux, il n'y a guère à citer que quelques indications données très-incidemment par M. Durocher, *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. VI, page 414, en note, et par M. Michelin, *ibid.*, t. XI, page 522, et une note de M. Marie Rouault, insérée dans les comptes rendus de l'Académie des sciences, 19 juillet 1858, et relative à des débris intéressants de vertébrés trouvés dans le terrain quaternaire, dans le terrain tertiaire moyen et dans le terrain paléozoïque de la Bretagne.

En résumé, deux terrains marins tertiaires bien distincts, séparés par des couches de transition à fossiles d'eau saumâtre ou d'eau douce, ont été reconnus, dès 1829 et 1832, par M. J. Desnoyers dans les vallées de la Vilaine et de la Rance.

Le terrain marin inférieur, constitué par un calcaire blanc marneux, exploité pour la confection de la chaux hydraulique, et caractérisé par la présence de Miliolites, de rhizopodes, etc., a été rapporté par M. Desnoyers, et en général par les géologues qui l'ont suivi, à l'horizon du calcaire grossier parisien. — Le terrain marin supérieur, ou *sablon*, constitué par une roche très-siliceuse, exploitée pour l'amendement des terres, et caractérisée par de grandes Huitres, de grands échinodermes, des dents de Squales et des débris d'*Halitherium*, a été rapporté sans difficulté à l'horizon des faluns voisins de l'Anjou, et il n'y a pas en effet de contestation à faire à cet égard. Mais il n'en est pas de même pour le classement proposé du terrain marin inférieur, et c'est la discussion de cette classification, à l'aide d'une étude rigoureuse des fossiles, qui sera l'objet principal de cette note.

STRATIGRAPHIE.

1^o Le terrain marin inférieur s'observe seulement dans la vallée de la Vilaine, au sud de Rennes (1), dans les carrières

(1) Cependant M. Duchassaing (Thèse, 1843) donne à entendre qu'il se retrouve aussi au nord de Rennes, à la base du falun de Saint-Grégoire. Je n'ai pas pu vérifier le fait.

des fours à chaux de Saint-Jacques, sur la route de Redon, et de la Chausserie, sur la route de Nantes.

2° A la Chausserie, on voit les couches d'eau douce, qui semblent terminer le terrain marin inférieur, surmontées par le sablon ou falun.

3° Ce falun se retrouve au nord de Rennes, à Saint-Grégoire, et c'est lui seul qui se développe plus au nord dans la vallée de la Rance, aux environs de Dinan, ou plutôt aux environs d'Evran, sur les communes de Saint-Juvat, de Tréfumel et de Quiou, dans un bassin fermé et complètement isolé aujourd'hui du bassin précédent.

4° Enfin, tous ces dépôts marins, ceux de Rennes, comme ceux de Dinan, sont surmontés et ravinés par un dépôt de transport quaternaire, à cailloux de quartz, etc.

A l'appui de cette disposition stratigraphique générale, je donnerai le détail de quelques observations personnelles que j'ai faites sur les principaux gisements.

Voici d'abord la coupe de la grande carrière du four à chaux de Lormandière, à 4 ou 5 kilomètres au sud de Rennes sur la route de Redon et sur la commune de Saint-Jacques. Cette vaste et profonde carrière, exploitée à ciel ouvert sur une hauteur de 20 à 25 mètres au moins, présente au-dessous du terrain de transport quaternaire une masse de couches régulièrement stratifiées, et plongeant de 25° environ vers l'Est, qui se distribue ainsi de haut en bas :

	Terre végétale.	
Formation quaternaire.	Argile jaune ocreuse, non stratifiée, avec cailloux de quartz. (Ce dépôt quaternaire, qui a rasé et légèrement raviné les terrains tertiaires sous-jacents, se termine inférieurement par des lits contournés d'une argile brune foncée).....	} 1 à 2 mètres.
	Terrain (quaternaire?) remanié, avec rognons de calcaire à Cyclolines.....	
Formation tertiaire.	Calcaire sableux jaune, pétri de <i>Miliolites</i>	} 5 mètres.
	Calcaire blanc coquillier, dur, avec moules et empreintes de <i>Pectunculus</i> , <i>Mytilus</i> , <i>Cerithium</i> , etc.	
	Calcaire blanc tendre à Cyclolines.....	} 10 mètres.
	Grande masse stratifiée de calcaire marneux et de marnes blanches et verdâtres, sans fossiles.....	
	Masse inférieure stratifiée d'argile grise et bleue, sans fossiles, jusqu'au fond de la carrière envahi par l'eau.....	8 ^m , 10.

Comme on le voit par cette coupe, c'est à la partie supérieure de la carrière que se trouvent les bancs fossilifères; la grande masse marneuse et argileuse inférieure ne présente point de fossiles, ni marins ni d'eau douce; ou du moins j'en ai cherché inutilement sur les parois de cette masse, recouvertes par les suintements de la carrière d'une croûte calcaire qui rendait l'observation difficile, et l'eau qui arrête les travaux quand ils descendent dans les bancs gris les plus profonds ne m'a pas permis de constater le substratum de ce grand dépôt tertiaire.

En s'avançant à 3 ou 4 kilomètres au sud, on trouve sur la route de Nantes, et non loin des mines de Pontpéan (1), une autre exploitation très-active aussi des mêmes calcaires à chaux hydraulique, au lieu dit la Chausserie. C'est celle dont la coupe a été donnée par M. Duchassaing (Thèse, pag. 44 et suivantes). La plus grande carrière est celle qui s'exploite à ciel ouvert près de la route de Nantes et du four à chaux; elle présente la même profondeur et la même disposition de couches que celle de Lormandière, c'est-à-dire argiles grises à la base jusqu'à l'eau, masse marneuse et calcaire au-dessus; sauf que le plongement des couches est ici opposé et se fait vers l'ouest. — Auprès de la carrière principale, d'autres et nombreuses carrières sont exploitées par puits et par galeries.

C'est ici, à la Chausserie, que se trouvent les couches d'eau douce signalées pour la première fois par M. Desnoyers. J'avoue que j'ai eu le regret de ne pas les voir en place dans la grande carrière dont les parois étaient inaccessibles à l'observation. Mais les matériaux accumulés près des diverses exploitations m'en ont offert de nombreux échantillons; tantôt c'est une roche colorée en jaune, pétrie de Miliolites et de Cyclolines, et contenant en abondance des moules de Planorbes et de Limnées, associés à ceux de Potamides, de Troques, de Lucines, Diplodontes, Cardites, etc.; tantôt c'est un calcaire marneux, tendre, à tubulures, d'un blanc sale et d'apparence exclusivement lacustre, ne contenant que des fossiles d'eau douce. Tous les renseignements recueillis des carriers, aussi bien que la nature de la roche et le caractère des fossiles d'eaux marines ou d'eaux saumâtres qui y sont mélangés, m'autorisent à penser que ces couches se rencontrent vers le haut de la masse

(1) A Pontpéan on a mentionné un puissant dépôt de calcaire sableux tertiaire, que je n'ai pas visité.

exploitée, comme l'ont dit MM. Toulmouche, Payer et Duchassaing.

Cette position semble d'ailleurs confirmée par l'étude d'une autre carrière à ciel ouvert exploitée à 200 mètres au nord de celle-ci, et fort intéressante au point de vue stratigraphique, parce qu'elle montre le deuxième terrain marin ou falun nettement superposé à un dépôt d'eau douce. Cette carrière donne la coupe suivante de haut en bas :

Argile rouge quaternaire à cailloux; à surface inférieure irrégulière et contournée.....	3 mètres.
Dépôt marin, calcaréo-sableux, à grandes Huitres, Térébratules, côtes d' <i>Halitherium</i> (falun ou sablon), empâtant à sa partie inférieure des rognons du calcaire lacustre sous-jacent.....	2 mètres.
Calcaire d'eau douce concrétionné, gris verdâtre... Argile sableuse grise.....	} 1 mètre.
Calcaire d'eau douce concrétionné.....	

Les couches sont inclinées vers l'ouest comme dans la première carrière, aussi bien celles du sablon que celles du dépôt lacustre sous-jacent. Je n'ai donc pas vu entre les deux formations marines la discordance de stratification signalée par M. Payer. Je n'ai vu qu'une stratification transgressive du falun sur le dépôt marin inférieur.

Par le rapprochement des coupes des deux carrières, on est porté d'abord à penser que les couches d'eau douce qui sont à la base de la seconde appartiennent au même dépôt qui terminerait la première d'après les géologues cités plus haut. Cependant, dans ce cas, il y aurait entre les mêmes couches de ces deux carrières si voisines une différence de niveau qui appelle d'autres observations, car les bancs d'eau douce de la deuxième carrière m'ont semblé correspondre, par leur niveau, plutôt aux bancs de la masse grise inférieure ou moyenne de la carrière du four à chaux qu'à ceux de la partie haute; j'ajouterai que ces calcaires d'eau douce de la deuxième carrière, d'un aspect gris verdâtre généralement, ont un caractère lithologique tout à fait différent des calcaires jaunes et blancs à Planorbes et à Limnées de la carrière précédente. Je n'ai d'ailleurs trouvé ici que des traces de fossiles extrêmement rares; pas un Planorbe ni une Limnée, mais seulement quelques empreintes d'une coquille turriculée que je rapporte au *Potamides Lamarcki*? d'une *Bithynie* indéterminable (peut-être cependant

B. Dubuissoni?) et d'une Cyclade. Par ces diverses considérations, je n'oserais pas affirmer que l'on a affaire dans les deux carrières exactement aux mêmes couches d'eau douce, et il se pourrait que le calcaire marin à chaux hydraulique fût compris entre deux dépôts lacustres; c'est un point que des observations nouvelles, moins rapides que celles que j'ai pu faire, pourraient seules éclairer. Les difficultés dont je parle pourraient d'ailleurs peut-être s'expliquer par des phénomènes géologiques de faille ou de dislocation qui peuvent seuls rendre raison de ce plongement en sens inverse, que j'ai mentionné, des mêmes couches tertiaires à Lormandière et à la Chausserie, à quelques kilomètres de distance et presque sous le même méridien.

Quoi qu'il en soit, l'intérêt de ces carrières de la Chausserie est de montrer que le dépôt marin inférieur, témoignage du premier envahissement du sol ancien de la Bretagne par la mer tertiaire, s'est terminé par un exhaussement du sol qui a permis aux eaux douces d'y séjourner et d'y déposer, à plusieurs reprises peut-être et par places, leurs sédiments, jusqu'à un nouvel et plus considérable envahissement de la mer à l'époque falunienne. L'invasion de cette mer dans le bassin de la Vilaine a attaqué différemment les dépôts antérieurs; elle semble avoir respecté le calcaire de Lormandière; elle a au contraire rongé en partie au moins celui de la Chausserie, et peut-être entièrement celui de Saint-Grégoire; et dans le bassin de la Rance, près d'Evran, elle s'est portée sur des espaces et sur des terrains que la première mer tertiaire paraît n'avoir pas envahis. Là, en effet, le dépôt du sablon repose horizontalement et directement sur les schistes anciens qui l'enferment de toutes parts. Je n'ai d'ailleurs rien à ajouter à ce qui a été écrit déjà sur ces dépôts des faluns qui se présentent d'une façon extrêmement simple, et je ne m'en occuperai qu'au point de vue paléontologique.

ATTRIBUTION GÉOLOGIQUE. — PALÉONTOLOGIE.

1°

Le calcaire marin inférieur des environs de Rennes a été attribué, par M. Desnoyers (*Bull.*, 1^{re} série, t. II, p. 443, 1832), ainsi que nous l'avons dit plus haut, à l'horizon du calcaire grossier parisien, à raison de la présence dans ce calcaire, pré-

sence jugée alors caractéristique du terrain tertiaire inférieur, de très-nombreuses *Orbitolites*, *Miliolites* et de certaines espèces de mollusques, Cérites, Pétoncles, etc., assimilées aux espèces parisiennes. Cette classification a été reproduite par les géologues qui ont suivi, MM. Toulmouche, Payer, etc. Cependant M. Duchassaing (*loc. cit.*), tout en reproduisant l'assertion que ce calcaire était caractérisé par les *Miliolites*, les *Nummulites*, l'*Orbitolites plana*, etc., a émis l'opinion que « les couches marines de la Chausserie représentaient plutôt les terrains tritoïens supérieurs de Paris, » et le calcaire d'eau douce qui les surmonte, « le terrain nymphéen supérieur du même bassin, et le calcaire lacustre de la Touraine. » Mais cette opinion, émise sans preuves, on peut le dire, n'a pas été relevée, et, en 1855, M. Hébert (*Bull.*, 2^e série, t. XII, p. 769) a pu parler, incidemment d'ailleurs et sous toutes réserves, de ces dépôts des environs de Rennes, encore très-peu connus, comme de dépôts analogues à ceux du terrain tertiaire inférieur du Cotentin.

Pour moi, après un examen rigoureux des fossiles, j'ai été amené à reconnaître en effet que ce n'était pas à l'horizon du calcaire grossier, mais bien à celui des « sables de Fontainebleau » qu'il fallait reporter ces calcaires.

Les prétendues *Orbitolites* et *Nummulites parisiennes*, qui pullulent dans les couches supérieures du dépôt, soumises par moi à l'examen du juge le plus compétent, M. d'Archiac, se sont trouvées être une espèce nouvelle d'un genre de rhizopodes peu étudié et peu répandu, les *Cyclolina*, inconnu dans le terrain éocène parisien, et dont il n'y a pas par conséquent à tirer argument par assimilation. Aujourd'hui, d'ailleurs, dans l'état actuel de la science, la présence à la Chausserie de véritables Orbitoïdes ou Nummulites ne serait plus regardée comme tranchant la question, puisque c'est un fait acquis maintenant, et à la constatation duquel j'ai cherché à contribuer pour ma part, que l'extension chronologique de ces rhizopodes jusque dans le miocène inférieur, au moins, de l'Italie septentrionale et du sud-ouest de la France. La présence à la Chausserie du genre *Cycloline*, jusqu'à présent connu seulement par deux espèces du terrain crétacé, est même plus surprenante que ne le serait celle d'un Orbitoïde; mais il n'y a pas de doute à avoir, comme je le dirai tout à l'heure, sur l'âge des mollusques auxquels cette *Cycloline* est associée, et j'ai même pu soumettre à M. d'Archiac un rhizopode recueilli dans les carrières de Rigalet, près de Bourg (Gironde), c'est-à-dire dans la masse du

calcaire à Astéries ou à *Natica crassatina* du Sud-Ouest, et dans lequel il a reconnu la Cycloline même de la Chausserie.

Les *Miliolites* associées aux Cyclolines, dans ce calcaire de Rennes, donnent lieu à des observations semblables. Non-seulement les Miliolites ne sont plus caractéristiques du calcaire grossier de Paris, mais elles caractérisent tout aussi bien certains bancs situés à la base de la formation des sables de Fontainebleau, aux environs de Paris (calcaire de Montmartre, de Fresnes, etc.), et elles pullulent dans toute la masse synchrone du « calcaire à Astéries » du Sud-Ouest. Le calcaire de Bourg et de Saint-Macaire, près de Bordeaux, celui de Lesperon et de Garanx, près de Dax, en sont pétris. Il n'y a donc, pour fixer l'âge des calcaires de la Chausserie, aucun argument à tirer de l'abondance dans ces calcaires de corps qui pullulent jusque dans les mers actuelles, et qui, en tout cas, sont aussi répandus au moins dans les calcaires du miocène inférieur que dans ceux de l'horizon du calcaire grossier parisien.

Quant aux *Mollusques*, voici la liste d'une trentaine d'espèces que j'ai reconnues et étudiées avec tout le soin possible, non pas d'après les coquilles mêmes qui manquent malheureusement tout à fait, mais d'après de nombreux moules et surtout de nombreuses et souvent très-bonnes empreintes qui se sont conservées dans les calcaires des fours à chaux de Lormandière et de la Chausserie.

*Fossiles du calcaire à chaux hydraulique de Saint-Jacques
et de la Chausserie.*

MOLLUSQUES.

<i>Calyptræa stratella</i> , Nyst.?.	Espèce de l'oligocène allemand, Morigny, etc.
<i>Bulla nitens</i> , Sandb.?.	<i>Idem.</i>
<i>Melania semi-decussata</i> , Lk., c.	Type de Jeurre, Étrechy, etc.
<i>Rissoa</i>	Grande espèce, du groupe du <i>R. costulata</i> , Grat.
<i>Tornatella truncatula</i> , Bronn.?.	Espèce du miocène inférieur de l'Italie septentrionale.
<i>Natica crassatina</i> , Desh., a. c.	Caractéristique de tout le miocène inférieur, septentrional et méridional.
<i>Turbo Parkinsoni</i> , Bast.?.	Belle espèce peut-être nouvelle, qui ne peut être rapprochée que du <i>Turbo Parkinsoni</i> si caractéristique du miocène inférieur du S. O., etc.

	particulier d'une variété canaliculée de Bordeaux (Terre-Nègre).
<i>Turbo cancellato-costatus</i> , Sandb...	Peut-être variété de l'espèce allemande?
<i>Xenophora Deshayesi</i> , Mich.....	Grands moules identiques avec ceux du calcaire à Astéries du S. O.
<i>Trochus subincrassatus</i> , d'Orb.?....	Variété fortement striée, de l'espèce des sables d'Étampes, etc.
<i>Turritella planispira</i> , Nyst.?......	Espèce de Belgique, etc.
<i>Potamides Lamarcki</i> , Desh.....	Type et variétés (c. dans les couches mixtes à Planorbes et à Limnées). — Espèce du Nord et du S. O. de la France.
<i>Cerithium plicatum</i> , Lk.....	Type, a. c. — <i>Idem</i> .
— <i>dentatum</i> , DeFr.?......	Très-douteux.
— <i>conjunctum</i> , Desh.....	Type des sables de Jeurre et d'Étrechy, c. c.
— — var. <i>nodosum</i> .	c. c. variété à ornements obsolètes.
— <i>trochleare</i> , var. G. Hébr.	
Rnv.	Espèce du nord et du S. O. de la France.
— <i>fallax</i> , Grat.....	c. espèce du S. O. de la France.
— <i>subtrochleare</i> , d'Orb.....	c. — <i>Idem</i> .
<i>Voluta subambigua</i> , d'Orb.....	c., propre à la zone méridionale. (An <i>Voluta apenninica</i> , Michelotti?).
? <i>Mitra eburnea</i> , Grat.....	<i>Idem</i> .
<i>Pectunculus obovatus</i> , Lk.....	} c. c., Types de la zone septentrionale. Assimilation faite d'ailleurs uniquement d'après des moules.
— <i>angusticostatus</i> , Lk.	
<i>Avicula stampinensis</i> , Desh.?......	c. c. — <i>Idem</i> .
<i>Mytilus Rouaulti</i> , nov. spec.....	Espèce voisine du <i>Septifer denticulatus</i> , Lk., Sandb., mais plus grande d'un tiers, moins triangulaire, à côtes plus serrées, etc. c. c., à Saint-Jacques.
<i>Arca</i>	Du groupe de <i>A. barbatula</i> .
<i>Cardium anomale</i> , Math.....	c. espèce du S. O.
<i>Hemicardium</i> ?......	Petite espèce commune à Gaas (<i>Cardium gaasense</i> , nob.), voisine du <i>C. scobinula</i> , Mérian, mais plus tronquée du côté antérieur, c.
<i>Cardita Bazini</i> , Desh. (minor.)....	Espèce du Nord et du S. O.
<i>Cytherea splendida</i> , Mérian.....	Espèce plus répandue dans le Nord.
— <i>incrassata</i> , Desh.....	Charnières se rapportant à cette espèce ou à l'espèce voisine <i>C. fragilis</i> , Sandb.—Même observation.

Lucina Thierensi, Héb., var. *solida*. Var. commune à Gaas, dans le S. O.
Diplodonta.....
Crassatella?.....
Lithodomus.....
 Et autres bivalves indéterminables..

RHIZOPODES.

Miliolites.....
Cyclolina armorica, d'Archiac, *nov.*
spec. (1)..... Abonde dans certaines parties du calcaire coquillier d'où sont extraites les espèces de mollusques ci-dessus; semble surtout pulluler à la partie supérieure du dépôt, dans les couches à fossiles mélangés, c'est-à-dire avec les *Potamides Lamarcki*, *Cerithium conjunctum*, var., *Planorbis* et *Limnées*.

(1) M. d'Archiac a bien voulu nous remettre sur cette nouvelle espèce la note suivante :

Note sur la Cyclolina armorica (nov. sp.); par M. d'Archiac.

« Le genre *Cyclolina* a été et devait être l'objet de nombreuses méprises. « Fondé sur une seule espèce qui n'a point été retrouvée depuis, sur des « échantillons égarés aujourd'hui, mal caractérisés en 1846 par son auteur, « Alc. d'Orbigny, et représentés par des figures insignifiantes, on conçoit que « M. Carter ait pu y rapporter une Orbitolite, MM. Parker et A. Jones en « faire une Orbitoline étalée (*outsread*), M. Carpenter le placer avec ses « *Patellina*. Néanmoins le genre est bon, et, lorsque nous décrivîmes, « J. Haime et moi, en 1854, la *C. Dufrenoyi*, des marnes bleues crétacées « des Bains de Rennes (*Bull.*, 2^e série, vol. XI, page 205, pl. 11, fig. 1, « *a, b, c, d*), nous dûmes reprendre complètement la caractéristique du « genre par l'étude microscopique de la structure du test de ces petits corps. « D'ailleurs un genre est incomplètement caractérisé lorsqu'on n'en connaît qu'une espèce, à cause de l'impossibilité où l'on est de distinguer le « caractère de ceux de la seconde.

« La découverte de M. Tournouër a donc un double intérêt en ce qu'elle « nous fait connaître une seconde espèce de Cycloline, la *C. cretacea* « n'ayant pas été retrouvée, et la présence, à la base de la formation tertiaire moyenne, d'un genre qui n'avait encore été rencontré que dans la « craie, et même très-rarement.

« La Cycloline de la Chaussérie est d'un diamètre moindre que la *C. Dufrenoyi*, ne dépassant pas 9 millim., mais son épaisseur est proportionnel-

Si ces déterminations sont exactes, il est évident que la faune des calcaires à Cyclolines de Rennes appartient, non pas à l'étage du calcaire grossier, mais à l'étage plus récent des sables de Fontainebleau ou du miocène inférieur, étage qui était ou inconnu ou méconnu, il y a trente ans, mais qui s'étend aujourd'hui comme un grand horizon dans toute l'Europe tertiaire. J'ai dû m'exprimer, pour plusieurs de ces assimilations, avec la réserve que comporte l'étude des fossiles qui n'est pas faite sur les coquilles elles-mêmes avec leur test; mais sur cette liste il y a quatre ou cinq espèces dont la présence en association suffirait pour autoriser la classification proposée; telles sont les *Melania semi-decussata*, *Natica crassatina*, *Cerithium plicatum*, *C. conjunctum*, *Potamides Lamarcki*, etc.; et ces espèces sont précisément au nombre de celles dont la détermination est la plus facile et la plus certaine dans les calcaires en question. La plupart des autres se rapportent également avec certitude à des espèces bien connues soit dans le miocène inférieur du Nord, soit dans celui du Sud et du Sud-Ouest. Il semble même que l'ensemble de cette faune, si on ose la juger d'après un total d'espèces encore si faible, participe à la fois de la faune de la zone septentrionale (faunes d'Étampes, de Belgique, du bassin de Mayence etc.) et de celle de la zone méridionale (faunes de Bordeaux, de Gaas, de la Bormida, du Vicentin supérieur, etc.), à laquelle se rapportent notamment les

« lément plus considérable, à cause de celle des lames externes des deux faces
 « qui constituent une sorte d'épithèque. On compte environ 27 cercles con-
 « centriques, à parois épaisses, divisés par des cloisons transverses, épaisses
 « aussi, et séparant des loges plus hautes que larges, mais peu régulières.
 « Dans presque tous les échantillons, d'ailleurs très-répandus dans la ro-
 « che, les canaux circulaires ont été remplis par du calcaire spathique et le
 « test est devenu friable et terreux. Lorsque les surfaces externes sont bien
 « conservées, on voit, au lieu de ce système de stries fines, serrées, très-
 « régulières et rayonnantes de la *C. Dufrenoyi*, de petites rangées de granu-
 « lations concentriques, paraissant correspondre aux canaux circulaires
 « sous-jacents. Les cercles sont en outre moins réguliers, plus étroits, quel-
 « quefois un peu embrassants; vers le centre ils deviennent fort obscurs,
 « plus irréguliers encore, et les jeunes individus, par leur contournement
 « d'un seul côté, ressemblent aux Orbiculines de M. Carpenter, ou affectent
 « une fausse apparence de Pénérople. La partie centrale du disque est tout
 « à fait confuse.

« L'échantillon provenant du calcaire de Rigalet, ou calcaire de Bourg,
 « ne diffère point de ceux de la Chausserie. »

grands *Turbo*, les grands *Xénophores*, les *Voluta subambigua*, *Cardium anomale*, les *rhizopodes*, etc., mélange qui serait en accord avec la position géographiquement intermédiaire de ces dépôts. Quoi qu'il en soit, le groupe est celui du miocène inférieur. S'il y a dans les carrières de Saint-Jacques et de la Chausserie un autre étage des terrains tertiaires que celui-là, ce que je ne crois pas, c'est sans doute dans la masse marneuse inférieure, où les observations n'ont pas pu atteindre, qu'il faudra le chercher.

2°

La détermination de l'âge du calcaire marin inférieur entraîne par conséquence celle du calcaire lacustre qui le termine et qui semble intimement lié à ses couches supérieures par la roche même et par le mélange de quelques espèces marines, et qui ne peut pas être par conséquent plus ancien que les couches de la base de la grande formation d'eau douce appelée généralement « calcaire de la Beauce » et que j'ai cherché à diviser dans une note récente (*Bull.*, t. XXIV, page 484). Autant que j'en puis juger en effet par l'étude des moules, qui est encore plus difficile et plus pénible pour les fossiles de terre et d'eau douce que pour les fossiles marins, c'est au sous-étage des *meulières de Montmorency* dans le bassin de Paris, que correspondrait le calcaire lacustre de la Chausserie, plutôt qu'au calcaire à *Hélices de l'Orléanais*.

Voici la liste des fossiles que j'ai pu observer :

Potamides Lamarcki. — Type d'Ormoy, près d'Étampes.

Helix. — Fragments d'une espèce ayant 12-13 mill. de haut, à spire assez élevée, 5-6 tours s'accroissant régulièrement. Cette espèce ne se rapporte pas au type des Hélices des calcaires de l'Orléanais, mais très-bien au type de l'*H. Reboulitii*, Leufroy, des calcaires lacustres de Pézénas, inférieurs au calcaire moellon de Montpellier, ou aux variétés turbinées de l'*H. sub-globosa*, Grat., des calcaires lacustres du Bazadais de l'étage aquitainien. Ne connaissant pas la bouche, je ne puis rien affirmer de plus.

Pupa. — Bouche inconnue. Espèce de la taille du groupe du *P. muscorum* vivant, ou *P. quadrigranata*, Braun, du bassin de Mayence?

Planorbis cornu, Brong.? — Espèce de taille moyenne, 15-17 millimètres de diamètre, peu ombiliquée soit en dessus, soit en dessous, que je crois pouvoir rapporter au *P. cornu* plutôt qu'au *P. rotundatus*, Br., dont il s'éloigne par ses tours plus ronds, non carénés en dessous, etc.

Limnæa cornea? Brong., vel *L. media*, Brard? — Certaines Limnées de la

série se rapportent bien à ces deux types. J'avoue que d'autres plus allongées, plus effilées, etc., se rapprochent beaucoup de certaines variétés du type plus ancien de *L. longiscata*, Brong., et surtout *L. inconspicua*, Desh., du calcaire de Saint-Ouen. — D'autres peut-être à la *L. Brongniarti*, Desh., des meulières supérieures.

Bithynia. — Deux espèces au moins; l'une, se rapportant au groupe du *B. acuta*, Sandb., type et variétés allongées; l'autre, d'un type gros et court, plus obtus que la prétendue *B. tentaculata* des dépôts lacustres miocènes de la Suisse et de l'Allemagne.

Cyclas? — Indéterminable.

Je répète ici que les *Cyclolines* se trouvent souvent en très-grand nombre dans la roche à Planorbes et à Limnées.

3°

La faune des faluns ou *sablons* qui s'étendent transgressivement sur les dépôts précédents dans le bassin de la Vilaine au sud de Rennes (à la Chausserie), et au nord de la même ville (à Saint-Grégoire), et dans le bassin de la Rance au sud d'Évran, dans les communes de Saint-Juvat, de Tréfumei, du Quiou, etc., présente un caractère si tranché et une association d'espèces animales si constante et si bien connue, qu'il n'y a aucune difficulté à assimiler ces dépôts à ceux de l'Anjou et de la Mayenne, auxquels ils se relient sans doute par une série de lambeaux qu'on a indiqués vaguement à diverses reprises et que je n'ai pas pu rechercher. On en jugera par la liste suivante, qui doit être encore fort incomplète, et que j'ai établie d'après mes propres recherches et d'après ce que j'ai vu dans les collections locales.

Fossiles des faluns des environs de Rennes et de Dinan.

VERTÉBRÉS.

C'est ici que se placent les indications intéressantes données par M. Marie Rouault (*Comptes rendus, Ac. Sc.*, 1858) sur les débris de vertébrés qu'il a recueillis dans le terrain tertiaire moyen de Dinan et de Rennes, notamment à Saint-Juvat et à la Chausserie, ce qui doit s'entendre, pour cette dernière localité, du falun qui y est superposé au calcaire à chaux hydraulique. Dans ce dernier calcaire, à ma connaissance, aucun débris de vertébré n'a été trouvé jusqu'ici.

J'emprunte au travail de M. Rouault la liste suivante, en lui laissant la responsabilité de ses déterminations :

- MAMMIFÈRES..** *Phoca Gervaisi*, nov. sp., Saint-Juvat.
 — *Larreyi*, nov. sp., Le Quiou.
Mastodon angustidens, Cuv., Saint-Juvat, la Chausserie.
Dinotherium Cuvieri, Kauf., la Chausserie.
Halitherium medium, Cuvier, Saint-Juvat, la Chausserie, etc., c. c.
- REPTILES.....** *Crocodylus*.
- POISSONS.....** *Sargus Sioni*, nov. sp. — *Pycnodus Dutemplei*, nov. sp.
 — *Sphaerodus lens*, Ag. — *S. truncatus*, Ag. — *S. angulatus*, Münt. — *S. Deux* espèces nouv. — *Crysochris Agassizi*, Sism. — *Glyphis Desolgnei*, nov. sp. — *Carcharodon megalodon*, Ag. — *C. angustidens*, Ag. — *Galeocerdo aduncus*, Ag. — *G. latidens*, Ag. — *Hemipristis serra*, Ag. — *Notidanus primigenius*, Ag. — *Sphyrna*, nov. sp. — *Oxyrhina xiphodon*, Ag. *O. hastalis*, Ag. — *trigonodon*, Ag. — (Plusieurs espèces nouvelles). — *Lamna elegans*, Ag. — *L. compressa*, Ag. — *contortidens*, Gibbes. — *L. crassidens*, Ag. — *L. crassilis*, Gibb. — *L. dubia*, Ag. — *L. Odontaspis Hopei*, Ag. — *L. Myliobates crassus*, Gerv. — (Une espèce nouvelle). — *Ætobates arcuatus*, Ag. — (Une espèce nouvelle). — *Nummopalatus*, (genre nouveau), une espèce.

CIRRHIPÈDES.

Balanus, indét.

MOLLUSQUES.

- Solarium*..... le Quiou.
Ficula clava, Bast..... (Musée de Dinan).St-Juvat.
Voluta Lamberti, Sow..... — — }
Conus Puschi, Mich..... — — } à l'état de
 — *Mercati*, Brocc..... — — } moules
 — *ponderosus*, Brocc?..... — — } intérieurs.
Cypræa..... Grande espèce. — }
Ostræa crassissima, Lk..... Saint-Juvat, Le Quiou.
 — *Boblayei*, Desh.?..... — Espèce voisine de l'*O. Boblayei* et qui se retrouve dans les faluns de Touraine et de Sos (Lot-et-Garonne).
 — *tegulata*, Münt..... Saint-Juvat, La Chausserie, Saint-Grégoire.
 — *caudata*, Gold.?..... *Idem*.
 — *sacculus*, Duj..... Saint-Grégoire.
Pecten solarium, Lk..... Le Quiou, Saint-Grégoire.
 — *Tournali*, M. Serr.?..... — —
 — *Dunkeri*, May.?..... Saint-Grégoire.

— <i>Puymoriae</i> , May.....	Saint-Juvat, Saint-Grégoire.	
— (Grande coquille du même groupe, espèce nouvelle).....	Saint-Grégoire.	
— <i>ventilabrum</i> , Gold.....	—	
— <i>pusio</i> , Lk.....	—	
— <i>aduncus</i> , L.....	Saint-Juvat, Le Quiou, etc.	
— <i>Suzannæ</i> , May.?.....	—	
<i>Hinnites Defrancei</i> , Mich.....	—	
<i>Pectunculus</i>	—	
<i>Arca turonica</i> , Duj.....	—	
— <i>subhelbingii</i> , d'Orb.....	—	
<i>Cardita crassa</i> , Lk.....	— coll. P. Bazin.	} à l'état de moules intérieures.
<i>Lucina</i>	—	
<i>Venus burdigalensis</i> , May.?.....	—	
<i>Tellina lacunosa</i> , Chemn.....	—	

BRACHIOPODES.

Terebratula perforata, Defr., Duj. . . La Chausserie, etc.

BRYOZOAIRES.

<i>Cellepora</i>	} Bassin de Dinan principalement. 12 espèces au moins d'après M. Duchassaing. (<i>Thèse</i> , 1843.)
<i>Retepora</i>	
<i>Nullipora?</i> etc.....	

Le falun du bassin de Dinan, notamment à Tréfumel, est remarquable par l'abondance et la grosseur des bryozoaires rameux et autres, à l'exclusion des polypiers, qui y semblent fort rares. C'est aussi le caractère du falun de Salles, près de Bordeaux, sur l'horizon duquel se placent les faluns de l'Anjou.

ÉCHINIDES.

Les Échinides sont également abondants dans les faluns des environs de Saint-Juvat, de Tréfumel, du Quiou, et ils me semblent avoir presque tous des caractères particuliers, qui mériteraient qu'on en fit une étude spéciale.

Cidaris avenionensis, Desm.?..... Belle espèce à étudier. Les baguettes en sont très-communes.

Arbacia fragilis, Duch.....

Scutella Faujasi, Defr., var. *armoricana*.....

Je suis porté à croire que cette Scutelle devra être séparée de la *S. Faujasi*, dont elle se distingue par ses ambulacres toujours plus pe-

- tits, sa forme moins bombée, toujours triangulaire, rétrécie du côté antérieur.
- Echinolampas dinanensis*, nov. sp.
(*E. dinantiacus*, Michelin, mss. École des Mines)..... Plus petit, moins déprimé, moins orbiculaire, plus rétréci du côté antérieur que l'*E. Laurillardi*, auquel il ressemble. Le périprocte est également plus rond, moins transversal, etc.
- Spatangus britannus*, nov. sp. (S. breto, Michelin, mss. École des Mines)..... Grande et belle espèce intermédiaire entre le *S. ocellatus*, Defr., de Saint-Paul-Trois-Châteaux, etc., dont elle se distingue par la disposition de ses ambulacres et la petitesse de ses tubercules et le *S. Desmaresti*, Münst., de Bünde, dont elle se rapproche par la disposition ambulacraire (les ambulacres antérieurs faisant un angle ouvert avec la ligne médiane), mais dont elle se distingue par sa forme non renflée déprimée.
- Cassidulus Bazini*, nov. sp. Long., 17 mill.; larg., 9 mill. S'éloigne un peu du type du genre par la concavité de sa face inférieure, par la position de son périprocte et par ses pétales étroits et très-allongés. — L'unique individu que je connaisse a été recueilli par M. l'abbé Bazin dans le falun du Quiou.
- Nucleolites*, nov. sp. Même localité. Individu unique, trop incomplet pour qu'on puisse le déterminer spécifiquement.

Ces deux derniers petits Échinides me semblent fort intéressants, puisqu'ils font connaître l'existence, dans les terrains tertiaires supérieurs, de deux genres qui vivent encore dans les mers actuelles, mais qui n'avaient pas été signalés, je crois, jusqu'à présent au-dessus de la formation tertiaire inférieure.

ZOOPHYTES.

Heliastroza? Un seul échantillon roulé et indéterminable, dans le falun du Quiou.

Le total de cette liste ne s'éloigne que de quelques chiffres du total donné, il y aura bientôt trente ans, par M. Lyell (*Proceed. of Geol. Soc. of London, vol. III, 1841, p. 437*). Nos conclusions seront tout à fait conformes à celles de l'illustre géologue, qui détachait, dans cette notice, les faluns de Dinan et de Rennes de l'horizon du crag d'Angleterre et du Cotentin, et les reportait à celui des faluns de l'Anjou. Tout concourt en effet à cette solution, les vertébrés et les invertébrés réunis.

4°

En dehors de ces terrains tertiaires, il resterait à étudier encore les dépôts quaternaires auxquels nous avons fait allusion, et qui ont raviné les terrains précédents et les ont recouverts d'une couche épaisse d'argile rouge à cailloux de quartz, généralement de petite dimension ou tout au plus de grosseur moyenne. Mais les observations nécessaires pour me rendre compte de ces dépôts, de leur allure, de leur point de départ, de leur relation avec les tourbes et les forêts enfouies du littoral de la baie de Cancale et des Côtes-du-Nord (à l'ouest de Dinard, etc.), me font complètement défaut.

Je noterai seulement ici que M. Rouault a mentionné dans le travail précité plusieurs débris de vertébrés trouvés par lui dans l'argile rouge de Saint-Juvat : *Elephas primigenius*, avec *Equus* et *Meles*. C'est la seule fois, je crois, que le Mammouth ait été signalé en Bretagne.

CONCLUSIONS.

L'étude des terrains tertiaires de la Bretagne est très-importante pour l'intéressante question de la délimitation des mers de l'Europe occidentale pendant l'époque tertiaire, à laquelle se rattache le travail important de M. Hébert, publié en 1855 dans notre *Bulletin* (t. XII, p. 760), « sur le terrain tertiaire moyen du nord de l'Europe, avec un Essai d'une carte des mers de l'Europe aux époques du sable de Fontainebleau et du calcaire grossier. »

Il y a un fait paléontologique général qui domine pour moi

cette question, et sur lequel j'espère revenir : c'est celui des différences organiques frappantes qui séparent, pendant toute la durée de l'époque tertiaire, les faunes des bassins Anglo-Parisien, Belge, Allemand, d'une part, et les faunes des bassins de l'Aquitaine et des régions Méditerranéennes, Alpines, Danubiennes, etc., d'autre part, différences qui donnent à ces deux groupes le caractère de deux zones géographiques, septentrionale et méridionale, organiquement distinctes, sous tous les points de vue, des mollusques, des échinides, des polypiers, des rhizopodes, etc.

Y avait-il communication entre ces bassins, entre ces mers, sur quelque point de la France occidentale ?

1° Pour ce qui est de l'époque tertiaire inférieure, ou éocène, — M. Hébert a émis l'idée (*loc. cit.*, p. 769), « fondée sur la grande ressemblance des fossiles de Cambon, près de Nantes, avec ceux du terrain tertiaire inférieur du Cotentin, que la mer du calcaire grossier parisien atteignait Nantes, en passant d'abord par le Cotentin, et qu'il était probable que cette dernière communication se faisait par Rennes, où des dépôts analogues, encore très-peu connus, avaient été signalés, » considérant d'ailleurs lui-même « comme purement arbitraire le tracé de sa carte pour ces régions. » Cette mer rejoignait ensuite le bassin de l'Aquitaine, etc.

Depuis ce travail, les terrains tertiaires du Cotentin n'ont malheureusement été l'objet d'aucune étude nouvelle. Ceux des environs de Nantes ont donné lieu à une note de M. F. Cailliaud (*Bull.*, t. XIII, p. 36), qui les a considérés comme l'équivalent du calcaire grossier parisien. Plus récemment, M. Matheron (*Bull.*, t. XXIV, sur l'âge du calcaire de Blaye, etc.) a rapporté la faune de Machecoul et d'Arton à l'horizon du calcaire grossier moyen, et celle de Campbon à un horizon plus récent qu'il venait de déterminer dans le Médoc, celui du « calcaire de Saint-Estèphe, » qu'il considère comme le représentant marin dans le Sud-Ouest du gypse supérieur de Paris.

Je viens moi-même de tâcher de prouver, par l'étude présente, que le prétendu « calcaire grossier » des environs de Rennes devait être reporté à l'horizon des sables de Fontainebleau ; je n'ai pas vu en Bretagne de terrains tertiaires plus anciens ; je ne dis pas qu'ils n'y existent pas, ni surtout qu'ils n'aient pas pu y exister et être totalement enlevés postérieurement. Mais enfin, pour le moment, ils ne sont connus nulle part dans cette région ; et la communication du bassin éocène

de Paris avec le bassin éocène du Sud-Ouest, cherchée à travers la Bretagne, est plus hypothétique que jamais; et, quelles que puissent être les affinités zoologiques de certains dépôts tertiaires du Cotentin avec certains autres des environs de Nantes et par suite du Médoc, affinités auxquelles je crois pour ma part, j'avoue, dans l'état actuel des observations, que, si ces mers communiquaient entre elles, je ne sais pas par quel point de la Bretagne ou de la Normandie cette communication pouvait se faire.

2^o *Époque miocène inférieure* (oligocène moyen des Allemands, tongrien de d'Orbigny). — Dans le même travail, M. Hébert a établi une communication du bassin maritime de Paris à cette époque avec le bassin du Sud-Ouest, par le bassin de la Loire, en s'appuyant sur le synchronisme des sables et des grès tertiaires du Mans avec ceux de Fontainebleau. Mais d'abord ces sables et ces grès du Mans ne contiennent pas de fossiles marins; et, ensuite, il resterait toujours entre eux et ceux de Fontainebleau une étendue, un espace géographique dans lesquels il n'a été non plus signalé jusqu'à présent aucun dépôt marin de cet âge. M. Hébert, d'ailleurs, a lui-même apporté à cette donnée une rectification très-importante, qu'il avait déjà fait pressentir, en établissant (*Bulletin*, t. XIX, p. 453, etc.) que les grès tertiaires du Mans, renfermant des débris de végétaux terrestres, étaient inférieurs au calcaire lacustre à *Cyclostoma mumia* et à *Limnæa longiscata* et devaient se ranger par conséquent sur le niveau, non pas des sables supérieurs de Fontainebleau, mais des sables moyens de Beauchamp. M. Heer (*Recherches sur le climat et la végétation tertiaires*, trad. Gaudin, p. 117) était arrivé à une conclusion semblable, en classant les grès à *Flabellaria* de la Sarthe dans l'éocène supérieur. En tout cas, tous ces dépôts sont des dépôts d'eau douce.

Pour le moment, il me semble donc établi qu'il n'existe aucune trace du séjour de la mer tongrienne dans la vallée de la Loire, à l'ouest du méridien d'Étampes (1), que cette région était à cette époque complètement émergée, ou seulement peut-être couverte de nappes d'eau douce, et que ce n'est pas

(1) Peut-être la mer s'avancait-elle davantage au Sud dans la direction des bassins supérieurs de la Loire et de l'Allier, à en juger par les coquilles d'eau saumâtre, *Potamides Lamarecki*, etc., qui y ont été citées. Tout cela est encore bien obscur. (*V. Hist. des Progrès*, t. II, p. 664.)

par ce bassin qu'il faut chercher un passage, s'il y en a un, entre le grand bassin marin oligocène du Nord et celui de l'Aquitaine.

Mais ce passage existait-il plus à l'ouest ?

Il y a des dépôts marins incontestablement de cette époque dans l'île de Wight. M. Hébert a aussi rapporté à cet âge un petit gisement des environs de Rauville-la-Place dans le Cotentin, contemporanéité établie d'ailleurs sur la seule présence du *Cerithium plicatum*, qui se trouve là associé à une quinzaine d'espèces d'autres mollusques, Cérîtes, etc., qui semblent toutes particulières, et neutres par conséquent dans une question de ce genre.

Ces dépôts communiquaient-ils avec celui de Rennes ?

Les faits manquent ici pour autoriser une réponse formelle. Personnellement, je ne suis pas très-disposé à admettre cette communication, pour deux motifs. Premièrement, au point de vue paléontologique, je rappelle que la petite faune tongrienne de Rennes me paraît en définitive incliner davantage du côté de la faune méridionale, par la présence de quelques espèces caractéristiques de celle-ci (des genres Turbo, Xénophores, Volutes, Cardium, Rhizopodes, etc.), les autres espèces étant plutôt communes aux deux zones, et une latitude plus élevée pouvant d'ailleurs influencer déjà sur le caractère d'une faune locale. Deuxièmement, au point de vue stratigraphique, je remarque qu'aucun dépôt pouvant se rapporter au tongrien n'est encore signalé au nord de Rennes; je n'ai vu, comme tout le monde, dans le petit bassin de la Rance près de Dinan, que le falun reposant directement sur les schistes anciens, et j'en conclus que vraisemblablement la mer tongrienne a pénétré à Rennes par le sud plutôt que par le nord. Il me paraît probable que c'est dans la vallée de la Vilaine et dans la direction du Morbihan qu'on a chance de retrouver d'autres lambeaux de terrain de cet âge. Il est bien présumable aussi qu'on le retrouvera dans les environs de Nantes mieux étudiés. On aurait ainsi la liaison avec l'Aquitaine, et la mer tongrienne occidentale aurait contourné le massif ancien de la Vendée et celui de la Bretagne, sans partager tout à fait ce dernier par un canal, mais en le pénétrant seulement de quelques golfes ou baies profondes.

3^e *Époque falunienne*. — Si les dépôts oligocènes sont encore à chercher dans la vallée de la Loire, il n'en est pas de même pour les dépôts miocènes proprement dits ou faluniens, qui

offrent dans la Touraine et dans l'Anjou un des meilleurs types des étages moyens de cette grande période. La mer, obéissant alors dans toute l'Europe à un grand mouvement qui constitue pour moi une date remarquable dans l'histoire des temps tertiaires, s'est portée transgressivement bien au delà de toutes les formations tertiaires précédentes, dans la vallée de la Loire, comme dans celle de la Garonne, comme dans celle du Rhône, comme dans celle de la Suisse, comme dans celle du Danube, etc., mais non pas dans celle de la Seine. Les faluns du bassin de la Loire pénètrent à l'est au delà de Blois, peut-être même jusque dans l'Allier (V. Lyell, *Hist. des progrès, loc. cit.*, etc.), reposant près de Blois sur le calcaire lacustre de l'Orléanais, près de Tours sur le calcaire lacustre de Saint-Ouen ou sur la craie, etc. Dans l'Anjou, ils s'étendent au nord de la Loire; on en trouve des lambeaux dans tout le bassin de la Mayenne, qui semblent se rattacher par quelques autres jalons intermédiaires aux lambeaux bretons des petits bassins de la Rance et de la Vilaine. De cette disposition on peut conclure que la mer falunienne pénétrait dans l'ouest de la France par un grand golfe principal et par une quantité de bras, de canaux secondaires, de fiords où se plaisaient les Siréniens dont on retrouve les débris dans cette région en si grande quantité. Cette mer, dont la faune se relie si bien par les vertébrés, les mollusques, les échinides, etc., à la faune des dépôts synchroniques du sud de l'Europe, communiquait-elle avec le nord? Où sont les dépôts miocènes les plus voisins? D'après M. Lyell (*Proceed. of Geol. Soc.*, vol. III, p. 437, 1841) les dépôts supérieurs du Cotentin qu'il a étudiés aux environs de Rauville, de Carentan, de Sainteny, n'appartiendraient pas à l'époque des faluns de la Touraine, mais bien à l'époque suivante du crag d'Angleterre. Si cette appréciation, que nous n'avons pas été à même de vérifier, se confirmait, il n'y aurait de dépôt miocène ni en Normandie ni en Angleterre, et il faudrait aller, pour trouver des couches de cet âge, jusqu'en Belgique, où certaines couches des environs d'Anvers, celles de l'étage diestien, sont rapportées, et non sans conteste, par plusieurs géologues, au miocène du nord de l'Allemagne.

Il y aurait donc eu, à cette époque, une séparation plus grande encore entre les bassins du nord et du sud qu'aux époques précédentes.

4° J'en dirais enfin tout autant de l'époque *pliocène* subséquente, puisqu'on sait quelle distance géographique sépare la

faune coquillière des crags d'Anvers, de l'Angleterre et du Cotentin, des faunes subapennines de la Méditerranée. La série des riches dépôts tertiaires de la Gascogne s'arrête supérieurement à la faune de Saubrigues, que l'on est d'accord pour mettre au niveau des couches de Tortone en Italie, c'est-à-dire des couches intermédiaires entre la série miocène proprement dite et la série pliocène véritable. Les vrais dépôts pliocènes du nord et du midi seraient donc séparés, et indéfiniment peut-être du côté de l'ouest, par une surface de terres égale à celle de la France actuelle et qui permettait à la faune des grands vertébrés de cette époque (mastodontes pliocènes) de se répandre jusqu'en Angleterre.

En résumé, pour avoir une opinion formelle et affirmative sur ces questions, il faut attendre encore, sans doute; il faut attendre notamment de nouvelles découvertes et de nouvelles études paléontologiques sur les divers dépôts tertiaires, éocènes, miocènes ou pliocènes du Cotentin, qui, à cause de leur position au nord de l'axe granitique et paléozoïque de la Normandie, renferment probablement le nœud de la question des rapports des deux bassins. Cependant, sous cette réserve et en l'état actuel des observations, on peut dire que rien ne prouve encore qu'il y ait eu communication entre les mers pendant l'époque tertiaire, ou tout au moins pendant l'époque tertiaire moyenne et supérieure, à travers la Bretagne ou la Normandie; au contraire, l'étude des fossiles et de la situation géographique des dépôts actuellement connus amène à constater entre les mers de cette époque des différences qui se coordonnent, comme le disait, il y a vingt ans, M. d'Archiac (*Hist. des progrès*, vol. II, p. 636), à l'axe du Merlerault, ou ligne de partage actuelle des bassins de la Seine et de la Loire, prolongée vers le nord-ouest, et à en conclure l'existence, entre les bassins maritimes ouverts au nord-est et ceux ouverts au sud-ouest, d'une barrière de terre ferme persistante, d'un isthme, qui reliait les terres françaises aux grandes terres supposées de l'antique continent atlantique. C'est postérieurement à l'époque tertiaire que s'est établie la communication actuelle des mers européennes occidentales par le brisement de l'ancienne Bretagne anglo-française et l'ouverture du canal de la Manche, tel que nous le voyons.

Ces grands phénomènes quaternaires, qui ont été nécessairement nombreux et complexes avant d'aboutir finalement à la configuration actuelle de nos côtes, sont attestés dans la Bre-

tagne française par les dépôts de transport caillouteux qui surmontent partout, avons-nous dit, les dépôts tertiaires, qui les ont rasés, ravinés et creusés de poches et de puits naturels, comme d'habitude; ils sont attestés encore par les mouvements du sol et les dénudations qui ont morcelé et isolé les uns des autres non-seulement ces dépôts tertiaires, mais les dépôts quaternaires eux-mêmes, qui ont exhaussé ensuite et étendu les côtes de la presqu'île, et ont enfin, jusque dans les temps historiques, submergé les forêts littorales. Cette longue série de mouvements, qui se continue encore de nos jours, puisque la mer a délaissé le pied du mont Dol et qu'elle s'éloigne maintenant du mont Saint-Michel, a eu son point de départ initial à l'époque tertiaire qui a vu la mer, pour la première fois depuis les temps paléozoïques, pénétrer dans l'ancien massif, mais sans pouvoir le couper toutefois, si je ne me trompe; et ce serait seulement à l'époque quaternaire que remonterait la rupture du grand isthme anglo-breton, conséquence de l'affaissement dans l'abîme de l'Atlantide géologique.

Note additionnelle.

Depuis la présentation de cette note, j'ai eu l'occasion de voir le gisement tertiaire de Saint-Georges de Bouhon, près de Carentan (département de la Manche), auquel j'ai fait allusion et qui a été rapproché par M. Lyell (*Proceed.*, 1841, *loc. cit.*) plutôt des dépôts du crag que des faluns de la Touraine et de la Bretagne. Ce lambeau est situé à 6 kilomètres au sud de Carentan sur la rive gauche de la Taute, et il peut atteindre l'altitude de 40 à 45 mètres au-dessus du niveau de la mer; il est constitué par une roche sableuse jaune ou *tuf*, visible sur une dizaine de mètres d'épaisseur et composée de petits cailloux de quartz et de débris de coquilles et de bryozoaires agglutinés par un ciment calcaire. Je n'y ai pas trouvé les 30 espèces de coquilles dont parle M. Lyell, mais la roche est caractérisée par l'abondance avec laquelle on y rencontre une grande Térébratule, la *T. variabilis*, Sow., et deux ou trois espèces de petits Peignes dont je rapporte l'une au *Pecten ventilabrum*, Goldf., et l'autre au petit *P. striatus*, Sow.? ou *P. pusio*, etc? En dehors de ces espèces, je n'ai vu que des fragments peu déterminables de petites Huitres, et autres petites bivalves (Arches, Lucines? etc), d'une petite Turrítelle, d'un Balane très-abondant et d'un petit Cidaride. J'avoue que l'as-

pect de la roche m'a rappelé singulièrement celui des faluns agglutinés de l'Anjou et de la Bretagne. De plus, les trois espèces que je viens de citer ne s'opposent pas à cette assimilation; car je ne puis pas distinguer facilement la *Terebratula variabilis* du crag de la *T. perforata*, Duj., des faluns de l'ouest, qui se trouve notamment et en abondance aussi dans le falun de la Chausserie; et, quant aux deux Peignes, ils se trouvent également dans les faluns. Je suis donc porté, en attendant de plus amples matériaux, à considérer ce lambeau de Saint-Georges comme miocène, et comme totalement différent des marnes vraiment pliocènes à *Buccinum prismaticum* du Bosc d'Aubigny (V. Hébert, *Bull.*, 2^e série, t. VI, p. 559) qui affleurent plus au sud au niveau même des marais de la Taute, à 8 mètres approximativement au-dessus de la mer.

La conséquence de ce point de vue est d'infirmer mes conclusions précédentes, au moins quant à cette époque, touchant la communication des mers tertiaires de la Bretagne et du Cotentin, qui me semblait peu admissible en raisonnant dans la pensée que ces dépôts de Carentan appartenaient à l'époque pliocène du crag. Je ne suis pas plus éclairé sur la question de savoir par où se faisait cette communication, les jalons intermédiaires manquant encore entre Carentan et l'arrondissement de Fougères, où des dépôts de cette époque ont été indiqués. Mais, si le lambeau de Carentan doit être assimilé aux faluns de Rennes et de l'Anjou, il faut nécessairement admettre que quelque bras de la mer miocène pénétrait jusque-là.

J'ajouterai à cette occasion que je ne doute pas non plus pour ma part des rapports entrevus par MM. Hébert et Mathéron entre les faunes éocènes du Cotentin et certaines faunes des environs de Nantes et de Blaye; et je puis citer par exemple, à l'appui de ces rapports, un beau Cérîte, long de 10 à 12 centimètres, à tours ornés d'une double série de tubercules, qui m'a été communiqué par notre confrère M. Eugène Deslonchamps, comme caractérisant les marnes qui se trouvent à la partie supérieure du dépôt de Hauteville, et qui caractérise également les calcaires supérieurs à *Echinolampas girundicus* de Saint-Martin, près de Blaye.

Je suis donc porté à croire maintenant que, pendant quelques époques au moins de la période tertiaire, la mer du sud-ouest a pénétré jusque dans le Cotentin, sans qu'il s'en suive forcément d'ailleurs communication avec le bassin Parisien et le bassin du Nord proprement dit, et que le relèvement de l'axe

du Merlerault est probablement postérieur à l'époque miocène, et peut-être à l'époque pliocène elle-même.

Comme détail paléontologique, j'ajouterai aussi que M. l'abbé Bazin m'a communiqué des Cyclolines recueillies par lui, non pas dans le calcaire à chaux hydraulique de Saint-Jacques ou de la Chausserie, mais dans la masse même du *falun* de Saint-Grégoire, près de Rennes. Les Cyclolines se seraient donc propagées dans ce petit bassin jusque dans l'époque miocène moyenne, fait intéressant. Le même observateur m'a montré aussi de grands *Pecten Tournali* et *P. solarium*, et de grands *Hinnites* provenant du lambeau falunien de Fems, au nord de Rennes, localité que je n'avais pas visitée.

M. Gruner fait la communication suivante sur le terrain houiller d'Ahun :

Note sur la flore du bassin houiller d'Ahun (Creuse);
par M. Gruner.

Le terrain houiller d'Ahun occupe, sur les bords de la Creuse, une étroite dépression, placée à égale distance de Guéret et d'Aubusson. — La vallée carbonifère a la forme d'un ovale très-allongé, dont le grand axe court du S. E. au N. O., comme les chaînes granitiques qui bordent la vallée.

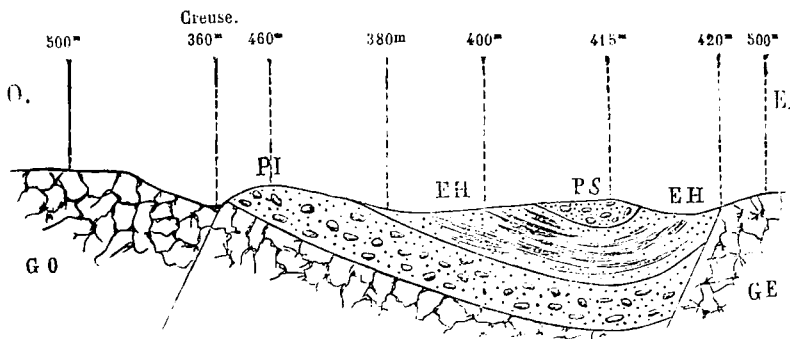
La longueur du bassin est de 13,650 mètres ; sa largeur de 2,000 à 2,500 mètres ; sa superficie de 2,200 hectares ; la puissance du dépôt, vers le centre du bassin, d'environ 500 mètres. L'altitude moyenne des plateaux granitiques, aux environs d'Ahun, atteint 500 mètres, tandis que celle de la dépression houillère, située entre deux, ne dépasse pas le chiffre de 400 mètres.

La composition du terrain houiller est simple. Le granite éruptif à structure massive et à un seul mica, de couleur foncée, en forme la base et le pourtour.

Sur ce granite repose un poudingue, à gros galets roulés, de 80 à 100 mètres. — Celui-ci supporte à son tour un ensemble de grès, de schistes et de couches de houilles, mesurant 300 à 350 mètres. C'est l'étage houiller proprement dit. Enfin, au sommet, vient un deuxième conglomérat, ou grès grossier stérile, dont l'épaisseur maximum est d'environ 50 mètres.

Le poudingue inférieur embrasse l'ensemble du bassin ;

l'étage du milieu en occupe les trois quarts ; le poudingue supérieur le vingtième à peine. A partir de la lisière occidentale du bassin, et jusqu'aux trois quarts de sa largeur, les bancs inclinent vers l'est, sous l'angle moyen de 15 à 30°. Au delà, ils se rapprochent de l'horizontale, puis se relèvent brusquement, en sens inverse, le long de la grande faille-limite N. O. S. E., qui ramène au jour le sous-sol granitique. En résumé, le bassin d'Ahun présente, dans son ensemble, la disposition figurée par le diagramme ci-dessous :



Faille N. O. S. E.

Faille limite orientale N. O. S. E.

GO Plateau granitique occidental. — GE Plateau granitique oriental. — PI Poudingue inférieur, 80 à 100m. — EH Étage houiller, 300 à 350°. — PS Poudingue supérieur, 50°.

Le nombre des couches de houille est, au maximum, de 9, si du moins on fait abstraction des veines, dont l'épaisseur est au-dessous de 0^m,30. Elles appartiennent toutes à l'étage du milieu, qui lui-même peut être sous-divisé en six massifs, alternativement houillers et stériles. Voici leur ordre de succession, en allant de haut en bas :

1 ^{er} massif stérile, formé de grès plus ou moins grossiers, mesurant.....	80 à 100 mètres.
Faisceau houiller <i>supérieur</i> , comprenant les couches n ^{os} 1 et 2.....	40 à 50
2 ^e massif stérile, surtout arénacé.....	50 à 60
Faisceau houiller <i>moyen</i> , comprenant les couches n ^{os} 3 à 6.....	50 à 60
3 ^e massif stérile, arénacé et schisteux.....	20 à 70
Faisceau houiller <i>inférieur</i> , renfermant les couches n ^{os} 7 à 9.....	35 à 40

Puissance totale de l'étage houiller proprement dit 275 à 380 mètres.

Cette puissance est faible ; aussi, lorsqu'on la compare aux épaisseurs de 2,000 à 3,000 mètres des grands bassins de France et d'Allemagne, on est naturellement conduit à se demander si le dépôt d'Ahun représente, comme en *miniature*, toutes les parties de la formation houillère, ou s'il correspond seulement à l'une quelconque des principales sous-divisions de ce puissant ensemble. La nature de la houille, qui se rapproche des anthracites, peut faire penser aux étages inférieurs ; mais l'on sait que ce caractère est peu sûr et qu'il faut plutôt consulter la flore du bassin.

Une fort belle collection d'empreintes houillères a été réunie, à Ahun, par les soins de M. l'ingénieur Robert, directeur des travaux ; et, grâce à son obligeance, j'ai pu soumettre à M. Brongniart les échantillons les plus remarquables de cette riche collection. Que le savant professeur et l'habile ingénieur veuillent bien, tous deux, agréer, pour ce précieux concours, mes plus sincères remerciements.

Chaque échantillon de la collection de M. Robert porte, par puits et couches, la marque de son origine ; aussi j'ai pu, dans les tableaux qui suivent, non-seulement indiquer les noms des plantes, mais encore les puits, les couches et les faisceaux auxquels elles appartiennent. Dans une dernière colonne, destinée à marquer les rapports de la flore du dépôt d'Ahun avec celle des autres bassins, j'ai indiqué les numéros des *zones de végétation* de M. Geinitz, auxquelles ces plantes paraissent appartenir. On sait que ce savant géologue distingue, dans les bassins houillers de la Saxe, cinq zones de végétation, basées, à la fois, sur la prédominance de certaines espèces et l'abondance relative des individus (1). Ce sont, en commençant par la plus basse :

Le n° 1,	dite zone des <i>Sagenaria</i>	ou des Lycopodiacées.
— 2	—	<i>Sigillaires.</i>
— 3	—	<i>Calamites.</i>
— 4	—	<i>Annularia.</i>
— 5	—	<i>Fougères.</i>

La première zone correspond au carbonifère *inférieur* de M. Gœppert, c'est-à-dire au *calcaire carbonifère*, aux assises du *culm* et au *millstone grit*, ou, si l'on veut, à la *grauwacke* carbo-

(1) *Geognostische Darstellung der Steinkohlen Formation in Sachsen, 1856.*

nifère et au grès à anthracite du Roannais (1). Par contre, les quatre zones suivantes représentent ensemble le terrain houiller proprement dit, appelé carbonifère *supérieur* par M. Gœppert, *coal-measures* par les Anglais, *productive Steinkohlenformation* par les Allemands. Comparées à la première, ce sont donc en réalité de simples étages. Leur flore diffère, dans son ensemble, autant de celle du carbonifère inférieur que de celle du terrain permien. En Saxe, suivant M. Geinitz lui-même, la première zone n'a qu'une *seule* plante commune avec les quatre zones du terrain houiller proprement dit (le *Sphenopteris elegans*, Brongn.); et, d'autre part, trois plantes seulement passent, en Saxe, de la formation houillère dans le terrain permien : le *Lycopodites piniformis* (Schloth.) et les *Pecopteris arborescens* et *Candolleana* (Brong.). La liaison intime des quatre zones houillères ressort, d'ailleurs, des chiffres suivants : les deux plus éloignées, la deuxième et la cinquième, ont 20 pour 100 d'espèces communes; la deuxième et la troisième, 32 pour 100; les autres, en moyenne, 24 à 25 pour 100. On peut se demander, d'après cela, si cette classification en quatre zones a une importance générale ou une signification purement locale. La question ne me semble pas tranchée, mais mérite en tout cas d'être étudiée. On peut affirmer cependant, comme fait général bien constaté, la prédominance très-marquée des *Sigillaires* dans la moitié inférieure de la formation houillère, celle des *fougères*, des *Calamites* et surtout des *Astérophyllites*, dans les étages supérieurs.

Ainsi, dans la haute Silésie, M. Gœppert distingue deux étages; la houille de l'étage principal serait surtout formée par des *Sigillaires*, tandis que l'étage supérieur, plus pauvre en houille, ne renferme plus de lycopodiacées et seulement deux *Sigillaires*.

Dans le bassin de Saarbrück, les *Sigillaires* caractérisent également les couches des faisceaux inférieurs et moyens.

A Aix-la-Chapelle, selon M. Geinitz, les *fougères* et les *Calamites* abondent vers le haut de la formation, les *Sigillaires* dans les parties inférieures (2).

D'après Dawson, on trouverait au Canada des *Sigillaires* et des *fougères* dans les couches moyennes, des *Calamites*, des

(1) *Description géol. du département de la Loire*, p. 273 et 291, 1857.

(2) *Die Steinkohlen Deutschlands*, etc.; München, 1865, p. 174.

NOMS des Empreintes houillères.	NOMS DES Puits ET COUCHES où les empreintes ont été trouvées.			NUMÉROS des zones de M. Geinitz.	OBSERVATIONS.
	Puits.	Couches.	Faisceaux.		
<i>Equisetum infundibuliforme.</i>	F. Robert. St-Augustin.	n° 3 6 et 7	Moyen. Inférieur.	V.	
<i>Calamites cruciatus</i> (ou <i>Calamodendron</i>).	St-Marie. St-Augustin.	5	Moyen.	II à V.	Les Calamites sont assez nombreuses à tous les niveaux. On en trouve au toit de la 2 ^e C., et placées debout, normalement aux assises, dans les grès qui séparent le 2 ^e faisceau du 3 ^e . — Les espèces ne sont pas toujours faciles à distinguer. — Cependant le <i>Calamites Suchowi</i> paraît assez fréquent.
<i>C. pachyderma.</i>	St-Augustin.	6	Moyen.		
<i>Asterophyllites equisetiformis.</i>	F. Robert.	7 et 8	Inférieur.	V.	Les Asterophyllites caractérisent, en Saxe, les zones moyennes et supérieures, à Saint-Etienne surtout le système supérieur.
<i>A. hippuroides.</i>	St-Barbe.	4	Moyen.	»	
Tiges et fructifications d'Asterophyllit. s.	F. Robert. St-Édouard.	8 3 et 4	Inférieur. Moyen.	»	Se rencontrent associées à des troncs de Lépidodendron.
En particulier, <i>Volkmannia polystachia.</i>	St-Barbe. St-Marie.	3 4	Moyen.	»	Se trouve avec <i>Annularia brevifolia</i> .
<i>Annularia longifolia.</i>	St-Barbe. St-Édouard. St-Marie. F. Robert. F. St-Jacques.	3 et 4 3 4 7	Moyen. Inférieur.	II à V.	Se trouve avec <i>Otontopteris Brardi</i> et <i>minor</i> dans la 3 ^e C. des puits St-Marie et St-Barbe. A St-Etienne surtout dans le système supérieur.
<i>An. brevifolia.</i>	St-Antoine. St-Marie. St-Augustin. F. Robert.	2 3 et 4 4 7	Supérieur. Moyen. Inférieur.	»	Caractérisé à St-Etienne le système supérieur. Se rencontre avec <i>Sphenophyllum majus</i> .
<i>Sphenophyllum majus.</i>	St-Marie. F. Robert.	4 7	Moyen. Inférieur.	»	Se rencontrent avec des <i>Noeggerathia</i> et des <i>Lepidodendron</i> .
Tiges et feuilles de Sphenophyllum non déterminables.	St-Marie. F. Robert.	4 7	Moyen. Inférieur.	»	Les Sphenophyllum se trouvent en Saxe et à St-Etienne, particulièrement dans les parties moyennes et hautes de la formation houillère.

NOMS des Empreintes houillères.	NOMS DES Puits ET COUCHES où les empreintes ont été trouvées.			NUMÉROS des zones de M. Geinitz.	OBSERVATIONS.
	Puits.	Couches.	Faisceaux.		
<i>Caulopteris macrodiscus.</i>	St-Édouard. F. Robert.	3 et 4 7 et 8	Moyen. Inférieur.	V.	Les <i>Caulopteris</i> caractérisent, en Saxe, la zone la plus élevée, tandis que les <i>Sigillaires</i> , sauf le <i>S. distans</i> , appartiennent surtout à la zone II et caractérisent les systèmes moyen et inférieur de St-Etienne dans le bassin de la Loire. Or, à Ahun, on n'a pas encore rencontré jusqu'à présent de <i>Sigillaire</i> proprement dit bien défini.
<i>Caulopteris pe'tigera.</i>	St-Édouard.	4	Moyen.	V.	
<i>Caulopteris (Cistii?)</i> et divers autres troncs de fougères peu nets.	St-Édouard. St-Augustin. F. Robert.	3 et 4 5 5	Moyen.	V.	
<i>Pecopteris Grandini</i> ou espèce très-voisine.	St-Édouard. St-Marie. F. Robert.	3 3 et 4 5 et 7	Moyen. Moyen et inférieur.	»	Ces deux fougères sont les plus répandues à Ahun et sont constamment ensemble.
<i>P. ou Alethopteris Plukenetii.</i>	St-Marie. St-Barbe. F. Robert.	3 et 4 4 5	Moyen.	II à V.	Le <i>Pecopteris Plukenetii</i> abonde surtout dans la zone V de M. Geinitz. On rencontre parfois avec ces deux espèces la <i>Neuropteris Scheuchzeri</i> .
<i>P. ou Alethopteris aquitana.</i>	St-Marie. St-Barbe.	3 3 et 4	Moyen.	III à V.	Abonde dans la zone V.
<i>P. Dravereuxii</i> , et quelques exemplaires voisins du <i>luncheilica</i> .	St-Marie.	3	Moyen.	»	Le <i>P. ou A. luncheilica</i> caractérise, en Saxe, la zone V.
<i>P. dentata</i> et <i>acuta</i> .	St-Marie.	4	Moyen.	III et IV.	
<i>P. arborescens</i> et <i>hemiteioides</i> .	St-Marie.	4	Moyen.	IV et V.	Le <i>P. arborescens</i> est très-répandu dans la zone V.
<i>P. arguta.</i>	F. Robert.	7	Inférieur.	IV	
<i>Neuropteris auriculata</i> , et spécialement la <i>Cyclopteris obliqua</i> , considérée comme foliole inférieure de la précédente.	St-Émile. St-Jacques. St-Augustin. F. Robert.	7 et 8 7 7 7 et 8	Inférieur.	III à V.	La <i>Cyclopteris obliqua</i> est très-abondante dans le faisceau inférieur et semble indiquer, par son abondance, une espèce distincte de la <i>Neuropteris auriculata</i> .
<i>N. Scheuchzeri.</i>	F. Robert.	4 et 5	Moyen.	»	On rencontre dans les mêmes couches d'autres folioles de <i>Neuropteris</i> appartenant aux espèces <i>cordata</i> , <i>acuminata</i> , et <i>acutifolia</i> , ou à des espèces très-voisines. Cette dernière appartient, en Saxe, à la zone V.
<i>N. heterophylla</i> et <i>Loshii</i> , avec fructifications.	St-Marie. F. Robert.	4 et 5 5	Moyen.	»	

NOMS des Empreintes houillères.	NOMS DES Puits ET COUCHES où les empreintes ont été trouvées.			NUMÉROS des zones de M. Geinitz.	OBSERVATIONS.
	Puits.	Couches.	Faisceaux.		
<i>Sphenopteris Hanninghausi</i> , avec fructifications	St-Marie.	n° 4	Moyen.	V.	Le <i>S. Hanninghausi</i> est assez répandu à Ahun; les autres <i>Sphenopteris</i> sont rares.
<i>S. Schlotheimi.</i>	St-Barbe.	3	Moyen.	IV.	
<i>S. Gravenhorstii.</i>	St-Édouard.	3	Moyen.	III à V.	
<i>S.</i> , voisin du <i>furcata</i> .	F. Robert.	4	Moyen.	»	
Quelques espèces nouvelles ou peu nettes.	St-Barbe. St-Marie.	4 3	Moyen.	»	
<i>Dictyopteris.</i>	St-Édouard. F. Robert.	3 et 4. 5	Moyen.	»	L'espèce n'a pu être déterminée. Sont rares.
<i>Odontopteris Brardi.</i>	St-Édouard. St-Barbe.	4 3	Moyen.	»	Rares.
<i>O. minor.</i>	St-Marie.	3	Moyen.	»	
<i>Noeggerathia</i> diverses espèces.	F. Robert. St-Marie.	7 4	Inférieur. Moyen.	»	Les échantillons bien caractérisés, sont peu répandus.
Fruits et graines assez répandus et d'apparence variée.	St-Antoine. St-Barbe. St-Édouard. F. Robert. De Morny. (Affleurements de Chantaud.)	2 3 et 4 3 7 et 8	Supérieur. Moyen. Inférieur.	»	Plusieurs des fruits sont inconnus à M. Brogniart. — La plupart sont des <i>Trigenocarpes</i> et des <i>Rabdocarps</i> qui paraissent se rattacher aux <i>Noeggerathia</i> . D'autres semblent appartenir aux <i>Asterophyllites</i> . En Saxe, les fruits abondent surtout dans la zone V.
<i>Lepidodendron elegans.</i>	St-Antoine. F. Robert. De Morny.	2 7 7	Supérieur. Inférieur.	»	Accompagne l' <i>Annularia longifolia</i> et les <i>Asterophyllites</i> . Sont assez répandus, mais de faibles dimensions: 0,5 à 0,6 de diamètre.
<i>Lepidodendron</i> (espèces non déterminées.)	St-Édouard. St-Marie. F. Robert.	3 4 8	Moyen. Inférieur.	»	
<i>Stigmaria ficoides</i> et diverses espèces.	F. Robert. St-Émile.	7 et 8 7	Inférieur.	II à V.	Les <i>Stigmaria</i> sont peu abondants et indépendants des <i>Sigillaires</i> .
<i>Sigillaria (distans?)</i>	St-Émile. F. Robert.	7 7 et 8	Inférieur.	V	Ces empreintes de troncs sont peu nettes. Elles se rapprochent du <i>Sigillaria distans</i> qui caractérise, en Saxe, la zone V. Mais il n'est pas certain que ce soient des <i>Sigillaires</i> . On les rencontre avec les <i>Stigmaria</i> .
Divers troncs silicifiés de conifères peu nets, et tiges intérieures (<i>Sternbergia</i> occupant la place de la moëlle.)	St-Édouard. Surface du sol.	5 »	Moyen. Dans les trois fais.	»	Les conifères se trouvent plus souvent dans les zones supérieures.

fougères et des conifères dans les couches supérieures (1).

A Saint-Étienne, j'ai constaté de même que les Sigillaires abondent dans les systèmes inférieur et moyen du bassin houiller, tandis que les Calamites et les fougères se retrouvent plutôt dans les parties hautes du système moyen, et les Astérophyllites dans le système supérieur.

D'après cela, si la généralisation des quatre zones de végétation de la formation houillère de Saxe peut paraître prématurée, et si leur existence est encore douteuse dans les autres contrées, on n'en doit pas moins conclure, de ce qui précède, que les Sigillaires caractérisent surtout, par leur abondance, les étages inférieur et moyen de la formation houillère, tandis que les fougères, les Calamites, les Astérophyllites et les conifères appartiennent en majeure partie aux étages supérieurs.

Eh bien, examinons, à ce point de vue, la flore du bassin houiller d'Ahun, telle que je l'ai résumée dans les tableaux ci-joints.

L'examen attentif des tableaux qui précèdent conduit aux résultats suivants :

On constate tout d'abord l'absence totale des *Sigillaires*, sauf peut-être celle du *S. distans* de la zone V de la Saxe. A leur place on trouve des troncs de fougères, les *Caulopteris macrodiscus*, *peltigera* et *Cistii*.

Ces deux faits prouveraient déjà que le bassin d'Ahun appartient à la partie haute de la formation houillère; mais on en peut citer quelques autres : tels sont la présence de l'*Equisetum infundibuliforme* et de l'*Asterophyllites equisetiformis*, qui tous deux caractérisent la zone V de la Saxe; tels encore l'abondance des fougères, des *Annularia*, des Astérophyllites, des fruits ou graines, des *Sphenopteris Hæninghausi*, etc., plantes qui toutes se montrent de préférence dans les zones supérieures de M. Geinitz.

Remarquons d'ailleurs que les empreintes spéciales qui caractérisent la zone V des bassins saxons, telles que les *Caulopteris* et l'*Equisetum infundibuliforme*, ne sont pas bornées au faisceau supérieur du bassin d'Ahun. Elles se trouvent même plutôt dans les faisceaux inférieurs et moyens. Il en est de

(1) T. XVII des *Mémoires de l'Académie de Berlin*, p. 584. (Mémoire de M. Gœppert sur la flore fossile des terrains paléozoïques, 1859.)

même des *Annularia*, fougères, graines, etc. Donc le terrain d'Ahun *tout entier* correspond aux étages houillers supérieurs.

On peut se demander cependant si rien ne permet de distinguer spécialement l'un des trois faisceaux des deux autres? Je ferai observer d'abord à ce sujet que le faisceau supérieur est le plus pauvre en empreintes. Cela ressort clairement des tableaux précédents. Mais la cause en est double. Les grès dominant dans le faisceau supérieur, les schistes dans le moyen; les eaux, moins agitées lors du dépôt des schistes, facilitèrent davantage la conservation des plantes. Ensuite le faisceau supérieur ne renferme que deux couches, et l'une d'elles seulement a été fouillée ces dernières années, tandis que le faisceau moyen en contient quatre, qui sont activement exploitées par plusieurs puits. Si donc le tableau des empreintes montre le faisceau moyen spécialement riche en fougères, cela peut tenir, au moins en partie, à l'exploitation plus active dont il fut l'objet.

On peut constater ensuite que les *Pecopteris*, qui dominent parmi les fougères, proviennent surtout du faisceau moyen, tandis que la *Cyclopteris obliqua* appartient au faisceau inférieur. Celle-ci s'y rencontre en feuilles nombreuses, superposées l'une sur l'autre, sans mélange de *Neuropteris*, ce qui semble prouver que c'est bien réellement une espèce distincte et qu'elle ne représente pas simplement, comme divers auteurs le pensent, les folioles inférieures de la *Neuropteris auriculata*.

Le *Calamodendron cruciatum* caractériserait spécialement, selon M. Robert, la cinquième couche, tandis que les autres Calamites se rencontrent à tous les niveaux. Un fait qu'il importe encore de signaler, c'est que M. Brongniart a cru reconnaître, sur quelques échantillons, des traces de champignons. M. Geinitz les mentionne aussi en Saxe, et là encore uniquement dans la cinquième zone, vers la partie haute du terrain houiller.

Ainsi, en résumé, je crois pouvoir conclure d'une façon positive, que le bassin d'Ahun représente exclusivement l'étage le plus élevé de la formation houillère. La même conclusion s'applique d'ailleurs aux petits lambeaux des environs de Bourgneuf, dans le même département, car les Sigillaires y font également défaut, tandis que les fougères et les Calamites y abondent.

Avant de finir, je dirai quelques mots d'une autre question. A quelle cause faut-il attribuer la nature spéciale de la houille?

Il est aujourd'hui établi que, dans chaque bassin, à mesure que l'on atteint, le long d'une même ligne verticale, des profondeurs plus grandes, on trouve des houilles de plus en plus pauvres en matières volatiles; les houilles *sèches* passent, en descendant, aux houilles *grasses*, et celles-ci aux houilles *maigres* (1). Cette modification, qui dépend de la profondeur, me semble devoir être un simple effet de la chaleur centrale.

Mais, outre cela, on voit parfois aussi le charbon de certaines couches se modifier dans le sens de la direction. Faut-il, dans ce cas, attribuer le changement à des variations dans la nature des végétaux enfouis ou bien à une sorte de métamorphisme variable selon les lieux?

A Ahun, les charbons de toutes les couches sont gras et collants vers l'extrémité sud du bassin; ils renferment 25 à 30 pour 100 de matières volatiles; à 4 kilomètres de là, au centre du bassin, les mêmes couches fournissent des charbons anthraciteux, tenant 12 ou 15 pour 100 d'éléments volatiles; puis à 2 kilomètres plus loin et dans toute la partie nord du bassin, on retrouve de nouveau des houilles grasses, perdant en moyenne par calcination 18 à 20 pour 100. Or, à Ahun, les mêmes couches fournissent partout les mêmes empreintes, quelle que soit la nature de la houille. Celle-ci est, par suite, indépendante des espèces végétales.

On ne peut pas davantage attribuer la nature anthraciteuse des charbons du centre au voisinage de quelque roche éruptive, car ce sont précisément les charbons les plus gras de l'extrémité sud du bassin, qui sont les plus rapprochés de la coulée trappéenne que j'ai fait connaître, ici même, dans la séance du 20 novembre 1865 (t. XXIII, p. 96).

La seule cause apparente de la maigreur des charbons est le voisinage de plusieurs grandes failles. Des eaux thermales ou des émanations gazeuses ont pu, en les parcourant pendant toute la durée d'une période géologique, graduellement échauffer les roches les plus voisines.

(1) M. Geinitz, dans son ouvrage récent sur les houilles d'Europe (1865), p. 130, dit qu'à Saarbrück, contrairement à ce qui se voit dans le bassin beige et dans celui de la Ruhr, les houilles des trois faisceaux supérieurs sont maigres (*mager*), tandis que celles du faisceau inférieur sont grasses. Il y a ici confusion évidente entre les houilles *sèches* et *maigres*. Les houilles supérieures de Saarbrück sont sèches par excès d'oxygène, et non maigres par défaut d'hydrogène.

M. Marcou constate avec plaisir que M. Gruner a vérifié, dans la Creuse, l'exactitude des divisions que M. Geinitz a établies pour l'Allemagne et dont les traits principaux se retrouvent jusqu'en Amérique, ainsi que cela résulte des travaux de MM. Lesquereux et Dawson.

M. Delanoüe croit, avec M. Gruner, que la qualité de la houille ne tient pas à la nature des végétaux constituants, et il est disposé à en chercher le principe dans l'action de la chaleur centrale.

Cependant M. Gruner rappelle qu'il a signalé, dans le bassin d'Ahun, l'existence d'une coulée de trapp qui n'a exercé aucune action sur la qualité du charbon; et M. Par-ran ajoute que, dans le Gard, les changements de nature de la houille sont souvent en rapport avec des phénomènes purement mécaniques, tels que des failles accompagnées de rejets.

M. Delesse, tout en attribuant, dans le phénomène, une grande part aux actions physiques, croit qu'il faut tenir compte de la nature des végétaux, car on sait que des ligneux de composition chimique identique ne s'altèrent pas à l'air de la même manière.

M. Fischer fait la communication suivante :

Note sur la géologie du sud de Madagascar; par M. Fischer.

La géologie du sud de l'île de Madagascar nous est complètement inconnue; la géographie même de cette région est à peine étudiée.

M. Grandidier, dans son dernier voyage, a trouvé près du cap Sainte-Marie un grand nombre de débris d'œufs d'Épyornis. Ces fragments étaient enfouis dans les dunes du rivage avec des moules et des coquilles de mollusques terrestres appartenant aux genres *Bulimus*, *Helix*, *Cyclostoma*, non décrits pour la plupart (1). Un de ces *Bulimes* cependant est connu depuis long-

(1) Depuis la présentation de cette note, les espèces nouvelles ont été décrites sous les noms de *Bulimus Grandidieri*, *Bulimus subobtusatus* et *Cyclostoma Grandidieri*, Crosse et Fischer (*Journal de Conchyliologie*, t. VIII, p. 180-187, pl. VII, 1868.)

temps sous le nom de *Bulimus Favannei*, Daub., mais sa patrie était considérée comme incertaine; maintenant, le doute n'est plus permis et la présence de cette coquille encore vivante de nos jours avec les débris d'Épyornis fait supposer que l'extinction de l'oiseau gigantesque de Madagascar date de l'époque actuelle; et probablement de l'époque historique, quoique les traditions des indigènes soient muettes à cet égard.

En remontant du S. au N., le long de la côte O., entre le cap Sainte-Marie et Machicora, on découvre plusieurs localités où des œufs entiers ont été recueillis au milieu des éboulis produits par les pluies; quelques-uns ont été achetés aux indigènes, qui les utilisaient comme vases à puiser de l'eau.

M. Grandidier, se dirigeant de l'O. à l'E. par 23° 30' de latitude S. et 42° 40' de longitude E., à peu de distance de la rivière Anhoulahé, a détaché deux fossiles empâtés dans une roche calcaire jaunâtre, et dont l'intérêt est considérable, puisqu'ils annoncent la présence probable, sinon positive, de terrains secondaires. Ils se rapportent tous les deux au genre Nérinée.

NERINÆA LEIOGYRA, Fischer. — *Testa conica, trochiformis; anfractus planulati, approximati, regulariter circulares; anfractus ultimus ad basim subangulatus; facie inferna lata, vix convexa; umbilico stricto, profundo; apertura subquadrata; pariete columellari plicis duabus æquidistantibus munita; pariete supero uniplicato; parietibus externo et infero haud plicatis; sutura non profunda.*

Coquille conique, trochiforme; tours de spires planes, rapprochés, régulièrement circulaires; dernier tour subanguleux à la base; surface de la base large, peu convexe; ombilic étroit, très-profond; ouverture subquadrangulaire, paroi columellaire pourvue de deux plis équidistants; paroi supérieure munie d'un pli; parois externe et inférieure non plissées; suture à peine marquée.

Le plus petit exemplaire est assez allongé; on y voit six tours de spire; longueur 78, largeur 50 millimètres.

Le plus grand est encore plus incomplet; il se compose de deux tours de spire; longueur 45, largeur 80 millimètres.

Observations. — Cette nouvelle espèce de Nérinée est remarquable par la largeur de sa base, sa forme franchement conique qui lui donne extérieurement l'aspect d'un Pleurotomaire, ses

teurs de spire aplatis et probablement peu nombreux, et enfin par la disposition des plis intérieurs.

Je ne trouve aucune espèce fossile qui lui soit semblable; cependant la nouvelle espèce a quelques affinités avec les Nérinées à spire courte de la craie.

Dans le continent européen, les Nérinées caractérisent les terrains secondaires; elles apparaissent dans l'oolithe inférieure et s'éteignent dans la craie supérieure. Il est probable que cette loi n'est pas modifiée par les faunes géologiques australes, et que l'extinction du genre *Nerinæa* a été complète avant la formation tertiaire. Le genre *Trigonia* caractéristique des couches secondaires de l'Europe se trouve, il est vrai, à l'état fossile dans les terrains tertiaires d'Australie, mais il possède encore des représentants dans l'océan Pacifique, et la série de ses espèces semble avoir subi dans la série des temps une extinction partielle ou une sorte d'émigration.

M. Alphonse Milne-Edwards, à l'occasion de cette communication, présente quelques observations sur l'*Æpyornis*.

M. Marcou ne croit pas que l'existence des Nérinées doive absolument être considérée comme indiquant avec certitude la présence des terrains secondaires, car les Nérinées ont pu habiter, sous l'équateur, à une époque géologique différente de celle qu'elles caractérisent d'ordinaire en Europe.

Séance du 17 février 1868.

PRÉSIDENCE DE M. BELGRAND.

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

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M.

Le docteur CHARLIER, rue Saint-Gilles, 49, à Liège (Belgique); présenté par MM. d'Omalius d'Halloy et G. Dewalque.

M. BOURASSIN, ancien membre, à Kermingam, près Concarneau (Finistère), est admis, sur sa demande, à faire de nouveau partie de la Société.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'instruction publique, *Journal de Savants*, janvier 1868; in-4°.

De la part de M. Jules Marcou, *Distribution géographique de l'or et de l'argent aux États-Unis et dans les Canadas*; in-8°, 14 p., 1 carte; Paris, 1867.

De la part de M. Charles Martins, *L'Association Britannique pour l'avancement des sciences et sa 37^e session à Dundee en Écosse, en septembre 1867*, in-8, 35 p., Paris, 1868.

De la part de M. J. F. N. Delgado, *Da existencia do homem no nosso solo em tempos mui remotos provada pelo estudo das cavernas*, in-4, 127 p., 3 pl.; Lisbonne, 1867.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. — 1868, deuxième sem.; T. LXVI, n^{os} 5 et 6; — in-4°.

L'Institut, n^{os} 1779 et 1780; 1868; in-4.

Report of the 36th meeting of the British Association for advancement of science held at Nottingham in August 1866, in-8; Londres, 1867; chez John Murray.

The Athenæum; n^{os} 2102 et 2103; 1868; in-8.

Verhandlungen der K. K. Geologischen Reichsanstalt, 1868, n^{os} 2 et 3, in-8°.

Jahrbuch für Mineralogie, etc., de G. Leonhard et H. B. Geinitz; 1868, 1^{er} cahier, in-8.

Revista minera, 1^{er} février 1868, in-8.

The American journal de Silliman; janvier 1868, in-8.

M. Marcou offre à la Société son travail sur la distribution de l'or et de l'argent dans l'Amérique du Nord (V. la *Liste des dons*), et présente à ce sujet quelques indications sommaires.

M. Delanoüe fait la communication suivante sur une découverte de moraines glaciaires en Auvergne.

MM. Éd. Collomb et Ch. Martins viennent de présenter à l'Académie des sciences un Mémoire avec figures et cartes sur les anciens glaciers qu'ils ont découverts dans les Pyrénées, dans la vallée d'Argelès.

Ce beau travail m'a remis en mémoire les traces analogues d'anciens glaciers que j'ai observées en Auvergne et en particulier dans le Puy-de-Dôme. Ainsi, je dois signaler à l'attention de nos confrères les moraines qui encombrent la vallée de la Dordogne, puisqu'elles n'ont encore été remarquées, ou du moins signalées, par aucun des nombreux voyageurs qui fréquentent chaque été le Mont d'Or.

Toutes les fois qu'il est possible d'observer la composition intérieure de tous ces monticules irréguliers, aujourd'hui couverts de verdure, on y retrouve, comme dans ceux de la Suisse, un mélange incohérent de matériaux anguleux, de toute forme, de toute grosseur, placés dans toutes sortes de positions instables, enfin complètement dépourvus de stratification, ce caractère essentiel de tout terrain transporté par les eaux.

Ces moraines, dont l'authenticité est incontestable, abondent au-dessus et surtout au-dessous du village des Bains, sur la rive gauche de la rivière, et il existe au lieu dit Salon de Mirabeau une moraine terminale au travers de laquelle les eaux réunies de la Queuille et de la Dordogne se sont ouvert un passage.

J'ai l'intention d'aller revoir et de mieux étudier les phénomènes glaciaires dont l'Auvergne a été çà et là le théâtre. Je serais toutefois enchanté d'être devancé par quelque géologue plus jeune qui prendrait pour modèle le travail tout à fait classique de MM. Collomb et Martins. Cette note-ci n'a même pas d'autre but.

Après quelques observations de MM. Collomb et Daubrée, le secrétaire présente la communication suivante de M. Dieulafait.

Note sur l'oolithe inférieure, les calcaires à empreintes végétales et les calcaires à Entroques, dans le sud et le sud-est de la France ;
par M. Louis Dieulafait.

Nous allons examiner dans cette note plusieurs questions en apparence assez diverses, mais ayant, en réalité, une telle connexion, qu'il n'aurait pas été possible de les traiter séparément d'une manière convenable.

Nous nous proposons de montrer que, dans le bassin naturel comprenant à peu près l'ancienne Provence, il existe dans les terrains sédimentaires, de part et d'autre d'une ligne dont nous allons tracer la direction, des différences de premier ordre ; de signaler, dans l'est de la Provence, une extension et un développement prodigieux des calcaires à empreintes végétales analogues à ceux de Valcros ; de montrer que le développement de ces curieuses empreintes n'est pas moins considérable du nord au sud du département de l'Ardèche, et de relier ainsi les points isolés où leur existence a été signalée de l'autre côté du Rhône ; de faire voir que ces empreintes ne peuvent pas, comme on l'avait supposé, servir de niveau géologique précis ; d'examiner la question des *calcaires à Entroques* en Provence, où leur existence a été signalée par plusieurs habiles observateurs.

En se rendant compte du relief actuel de la Provence, on constate facilement que le sud-est de cette ancienne province forme un bassin orographique extrêmement naturel.

Il est limité, dans sa partie méridionale, par la Méditerranée, depuis le cap Croisette, au sud de Marseille, jusqu'à l'embouchure de la rivière du Var, et fermé, vers le nord, par une suite non interrompue de hautes montagnes.

L'une, constituant le cap Croisette même et s'avancant jusqu'à Tourves, comprend, dans sa partie moyenne, au nord de Cuges, la fameuse montagne de la Sainte-Baume, l'un des lieux de pèlerinage les plus célèbres du monde. Une chaîne se détache de la Sainte-Baume, s'avance vers le nord, passe à l'ouest de Nans, de Saint-Maximin, de Besaudun, et se prolonge au delà de Laverdière, à peu près jusqu'au parallèle de Grasse. Là, un coude brusque de plus de 100° se produit, et la direction générale de la chaîne devient bientôt ouest-est, en passant au nord de Tavernes, Aups, Bargemont, Seillans ; elle tourne alors assez brusquement vers le nord et finit par se rac-

corder avec les hauts escarpements de Thorenc et de Coursegoules qui, courant ouest-est, ne se terminent qu'à la profonde brisure au fond de laquelle coule le torrent du Var.

Sans nous préoccuper, pour le moment, de l'époque géologique ou des époques auxquelles il faut rapporter l'apparition des différentes parties de cette grande chaîne, et ne la prenant que pour une simple ligne de démarcation, nous montrerons que les terrains qui se succèdent dans chacun de ces deux bassins (bassin du nord-est ou de la Durance et bassin du sud-est) offrent des différences profondes dans leurs caractères les plus essentiels. C'est ce que nous allons établir, aujourd'hui, pour le lias supérieur et surtout pour l'oolithe inférieure.

Lias supérieur. — Dans le bassin de la Durance, et notamment dans le département des Basses-Alpes, le *lias moyen* ressemble absolument à l'étage correspondant du sud-est; seulement il est moins fossilifère que ce dernier. Ce sont, dans les deux cas, des bancs énormes extrêmement compactes, remplis d'Encrines et montrant en abondance de gros silex branchus.

Dans le bassin du sud-est le *lias supérieur* se confond complètement, par l'ensemble de ses caractères, avec le lias moyen. Aussi, est-ce seulement par le secours des fossiles qu'on a pu établir l'existence de cet étage dans le sud-est de la Provence.

Dans le bassin du nord-est, le lias supérieur offre, par rapport au lias moyen, et par suite à l'étage supérieur du sud-est, une différence aussi grande que possible; en effet, au lieu d'être compacte, il est essentiellement marneux; au lieu de présenter une puissance de quarante ou cinquante mètres, comme dans le sud-est, il en mesure près de cinq cents; enfin, dans le sud-est il n'existe pas de ligne de démarcation entre les deux étages, tandis qu'elle est on ne peut plus prononcée dans le bassin du nord-ouest; c'est ce que montre en particulier la citation suivante empruntée à M. Hébert :

« La surface de contact du lias supérieur et du lias moyen est très-tranchée. Le calcaire est irrégulier à sa surface, très-dur, comme usé par les eaux; le schiste noir et terreux par lequel débute le lias supérieur ne se lie aucunement avec lui (1). »

Il faut encore signaler un autre point relatif au lias supé-

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, t. XIX, p. 112.

rieur du nord-ouest, qui tire, en outre, un intérêt spécial de cette autre citation du mémoire de M. Hébert :

« La ligne de démarcation entre les calcaires qui terminent
« le lias moyen et les schistes terreux qui commencent le lias
« supérieur est tellement nette qu'il semble qu'il y ait eu
« dans la sédimentation une interruption pendant laquelle les
« calcaires durcis et lavés par les eaux auraient pris cette sur-
« face inégale et rugueuse qu'ils présentent aujourd'hui (1). »

Cette hypothèse d'une interruption dans la sédimentation émise par le savant professeur de la Sorbonne est très-probablement l'expression exacte de la vérité.

En effet, si aux environs de Digne, comme la chose paraît parfaitement établie, le lias moyen se termine avec les gros bancs calcaires, *cet étage n'est pas complet à la partie supérieure.*

On sait que les fossiles sont rares dans le lias moyen des Basses-Alpes ; cependant nous avons rencontré, dans cet étage, un niveau très-riche et en outre des plus faciles à retrouver : c'est la partie supérieure des derniers bancs compactes. Il y a là un très-grand nombre de fossiles ; mais celui qui domine surtout, par le nombre et le développement considérable des individus, c'est l'*Ammonites fimbriatus*. Ce niveau existe en particulier à quelques centaines de mètres à l'est de l'établissement des bains d'eau thermale de Digne, et presque au niveau du ravin. Il se retrouve au sud-est de Digne, quand on descend du village de la Clape pour rejoindre la route de Castellane et la rivière de l'Asse. Il en est encore de même, au haut de la montagne de Taulanne, du côté de l'est et au nord-ouest de Digne quand on s'avance vers Thoard.

Oolithe inférieure. — Il existe en Normandie, au-dessous de l'oolithe ferrugineuse de Bayeux un ensemble de couches extrêmement remarquables par l'abondance et la nature de leurs fossiles : c'est la division appelée *malière* dans le pays, expression qui a été adoptée par les géologues de la contrée.

Dans son travail si remarquable sur *les étages jurassiques inférieurs de la Normandie* (2), notre savant ami M. Eugène Deslongchamps a étudié et précisé, bien plus complètement qu'on ne l'avait fait avant lui, les rapports généraux de cette division.

Cette zone existe dans le bassin du sud-est de la Provence,

(1) *Bulletin de la Soc. géol.*, t. XIX, p. 113.

(2) Paris, Savy ; Caen, Leblanc Hardel, 1864.

et s'y montre avec les caractères et surtout les fossiles de la Normandie.

Elle renferme des Pleurotomaires énormes, de grosses Pano-pées, des Pholadomies, etc., mais dont la conservation incomplète rend la détermination très-douteuse. Au contraire, les espèces à test fibreux sont d'une conservation très-suffisante et souvent même complète.

Ce sont en particulier : *Modiola ventricosa*, *M. plicata* et deux autres espèces ou nouvelles ou inconnues pour nous ; *Lima heteromorpha*, *L. proboscidea*, la première caractéristique de ce niveau et bien contournée, la deuxième assez commune dans cette zone, mais passant jusque dans les parties élevées de la grande oolithe ; cinq ou six Peignes, parmi lesquels *P. barbatus* qui ne se trouve pas ailleurs et *P. paradoxus*, dont le niveau principal est beaucoup plus bas ; plusieurs Térébratules, parmi lesquelles deux espèces essentiellement caractéristiques de la *malière* de Normandie, et qu'il est absolument impossible de distinguer des échantillons de cette dernière région ; c'est la *T. perovalis* et la jolie petite *T. Eudesii*, plusieurs variétés de la *Rhynchonella ringens*, *Belemnites sulcatus*, *B. compressus*, *Nautilus lineatus*, plusieurs genres des Ammonites et en particulier l'*A. Murchisonæ*, etc., etc.

Tous ces fossiles sont identiques avec ceux que M. Deslongchamps donne comme caractéristiques de la *malière* de Normandie.

Dans le bassin de la Durance, je n'ai, nulle part, rencontré la moindre trace de ce niveau si remarquable et si développé dans le bassin du sud-est.

Je n'ai pas cru devoir adopter pour la Provence le mot de *malière* comme trop local et semblant trop préjuger la question d'indépendance de cette division ; je l'ai remplacé par celui de *zone* à *Lima heteromorpha*, et je l'ai rapporté à l'oolithe inférieure, suivant en cela l'opinion des géologues les plus autorisés. Je dépasse un peu, dans ce cas, celle de M. Deslongchamps, qui considère la *malière* comme formant « une transition des plus remarquables entre les marnes infra-oolithiques » (toarcien de d'Orb.) et l'oolithe inférieure proprement dite ; mais constatons également que le savant paléontologiste a soin de faire remarquer que les espèces de cette zone « ont une « analogie marquée avec celles de l'étage suivant (1).

1) *Op. citato*, p. 94.

Si on examinait toutefois, seulement au point de vue stratigraphique et minéralogique, quelles sont en Provence les affinités de cette zone, on la rapporterait sans aucune hésitation possible au lias supérieur.

En effet, quand à partir du niveau à *Ammonites bifrons* par exemple on s'élève dans la série des couches, on atteint les bancs renfermant la *Lima heteromorpha* et les fossiles si nombreux qui l'accompagnent, sans qu'il soit possible de trouver, en aucun point, la moindre différence dans l'aspect général des assises.

Ajoutons toutefois que le niveau fossilifère dont il s'agit est dans les parties élevées des calcaires à silex ; mais constatons bien aussi que la plupart des fossiles de cette zone sont compris dans ces mêmes calcaires. On sait du reste qu'en Normandie les silex sont très-fréquents dans les bancs de la *matière*.

Dans le Var, cependant, quelques fossiles existant déjà dans la partie la plus inférieure du niveau fossilifère dont il s'agit se continuent, sans la moindre modification, dans les assises marneuses qui succèdent aux calcaires à silex.

Parmi ces derniers, le plus remarquable est certainement la *Terbratula perovalis*, puis l'*Ammonites Murchisonæ*, dont la station principale est dans les premiers bancs supérieurs sans silex.

L'établissement de ces faits conduit nécessairement à penser que les causes qui ont amené un changement si profond dans les sédiments, à partir de la fin des calcaires à silex, n'ont pas agi assez énergiquement pour modifier d'une manière sensible les conditions générales du développement organique, puisqu'il existe, dans des couches marneuses, à cinq ou six mètres au-dessus des derniers silex, des restes d'animaux de tous points identiques avec ceux que l'on rencontre à douze ou quinze mètres plus bas dans ces mêmes calcaires à silex.

Nous allons maintenant examiner une autre face de la question qui nous occupe, celle des empreintes végétales signalées pour la première fois en France par M. Émilien Dumas, il y a plus de vingt ans, et dont plusieurs géologues se sont avec raison occupés dans ces dernières années. Parmi eux, M. Dumortier est celui qui a plus particulièrement attiré l'attention sur ces empreintes en montrant les services qu'elles pouvaient rendre à la géologie.

En 1861 (1) M. E. Dumortier publia sur ce sujet un travail dans lequel il annonça que ces empreintes (rapportées au *Chondrites scoparius* par Thiollière) existaient toujours entre les derniers bancs du lias supérieur que l'auteur termine avec la zone à *Ammonites opalinus* et les premières assises du calcaire à *Entroques* caractérisées par le *Pecten personatus*. Il montre, en second lieu, que ces empreintes, s'étendant sur de vastes espaces, constituaient un horizon très-digne d'attention, surtout si l'on considérait que les assises au milieu desquelles on les avait rencontrées jusque-là étaient toujours très-pauvres en fossiles. D'un autre côté les fossiles recueillis par M. Dumortier avec les *Chondrites* ne lui permettaient pas de placer ces empreintes ailleurs qu'à la base de l'oolithe inférieure. Enfin, en constatant l'existence de ces empreintes toujours au même niveau (M. Dumortier le croyait du moins) dans le Lyonnais, le Gard, les Bouches-du-Rhône, la Lozère, etc., il en conclut « que leur position n'offre aucune incertitude » et « que cette petite division de l'oolithe inférieure formait un horizon géologique dans toute la force de l'expression (2). »

Ces conclusions, vraies probablement pour les environs de Lyon, ne le sont plus nullement pour le midi de la France.

Il est assez singulier que les points où ces curieuses empreintes ont été signalées soient précisément ceux où leur développement est le plus faible. Pour voir, en effet, ce développement dans toute sa puissance, c'est le département des Basses-Alpes qu'il faut visiter, et jamais l'existence de ces empreintes n'y a été signalée.

Il est parfaitement évident, à l'inspection des lieux, que, si M. Hébert n'en a pas fait la moindre mention dans un mémoire sur la Provence où chaque ligne révèle un fait nouveau, c'est que le savant professeur a eu pour en agir ainsi des raisons que nous ne connaissons pas ; mais il est impossible de ne pas les remarquer en suivant en particulier le vallon de l'Escure dont M. Hébert a donné la coupe.

Quoi qu'il en soit, des mesures que nous avons exécutées aux environs de Digne à l'effet de résoudre plusieurs questions relatives aux hauts escarpements de la montagne de la Blanche, mesures dont nous pouvons répondre à 20 mètres près,

(1) *Bull. Soc. géol.*, t. XVIII, p. 579.

(2) *Bull.*, *loc. cit.*

nous ont montré que l'épaisseur des assises renfermant les empreintes végétales atteint au minimum 300 mètres.

En nous reportant à la coupe générale des environs de Digne donnée par M. Hébert, nous trouvons la succession suivante :

1° Schistes noirs à <i>Ammonites radians</i>	200 mètres.
2° Schistes avec calcaire à <i>A. complanatus</i>	200
3° Marnes calcaires avec <i>Posidonies</i> , <i>A. Levesquei</i>	80
4° Calcaire à <i>A. Humphriesianus</i> et <i>A. ferruginensis</i> ..	70
	550 mètres.

Or, si de ces 550 mètres on excepte les 200 mètres de la base, épaisseur du reste notablement trop forte, on rencontre les empreintes végétales dans toute l'épaisseur de cette série.

Le niveau où elles se montrent avec le plus de profusion est celui qui correspond aux bancs calcaires remplis d'*A. complanatus*, *discoides*, *concauus*, etc., de la division n° 2.

Elles se continuent ensuite avec des intermittences et elles éprouvent une forte recrudescence quand on arrive au voisinage de l'oolithe inférieure, ou du moins au niveau de l'*A. Humphriesianus*. Elles s'élèvent du reste au-dessus de cet horizon; mais, à cause de l'état très-marneux des assises supérieures, leur conservation est bien moins complète et leur observation plus difficile.

Quand en France au moins on voudra étudier spécialement ces curieuses empreintes, c'est le département des Basses-Alpes qu'il faudra choisir. Pour nous, qui nous proposons un tout autre but, celui d'évaluer la valeur de ces empreintes comme horizon géologique, nous généralisons les résultats que nous avons obtenus à ce point de vue, de la façon suivante.

Ces empreintes existent dans toutes les assises qui constituent la plus grande partie du lias supérieur et de l'oolithe inférieure partout où ces étages existent dans le bassin provençal de la Durance. Leur développement le plus considérable s'étend de part et d'autre d'une ligne moyenne partant de Sisteron et passant par Thoard, Digne, les Dombes, la Clappe, Morcuite, Barème, Senez, la montagne de Taulanne, la Palu et aboutissant à Castellane.

Dans toute cette étendue les calcaires à empreintes n'éprouvent que deux interruptions, l'une entre Sisteron et Thoard, due aux terrains tertiaires, et l'autre sur le territoire de Barème

et de Senez, région dans laquelle les terrains crétacés s'abaissent, presque subitement, jusqu'au niveau de la rivière de l'Asse.

Au delà de Senez les empreintes sont en particulier très-développées à l'entrée du défilé de Taulanne, du côté de l'ouest, après le passage du col de l'est, aux environs du petit hameau de Sioune et surtout dans la direction du nord, à partir de ce point.

Dans la partie opposée du bassin du nord-ouest les mêmes faits se reproduisent partout où le lias supérieur et l'oolithe inférieure sont à découvert. C'est ce qu'il est facile de constater dans le petit lambeau de jurassique inférieur visible à Saint-Marc et dans la vallée de Vauvenargues, à l'est de la ville d'Aix. On retrouve là complètement le type marneux des Basses-Alpes avec les empreintes occupant les mêmes positions que dans le département précédent; seulement, les étages, tout en conservant une puissance respectable, sont bien moins épais et aussi bien moins fossilifères que leurs correspondants de la partie est du bassin.

Passons dans le bassin du sud-est.

Dans un second travail (1), plus particulièrement consacré aux empreintes végétales du Var, M. Dumortier place à Valcros ces empreintes dans les calcaires marneux qui succèdent aux bancs compactes à silex; c'est-là, en effet, ainsi que nous l'avons vu, qu'elles sont surtout développées dans cette partie de la Provence.

M. Coquand partage complètement cette manière de voir dans sa remarquable étude sur la chaîne de la Sainte-Baume. Le savant géologue considère, en outre, ces empreintes comme marquant la base de l'oolithe inférieure (2).

Nous avons vu que ces deux points doivent être rectifiés, puisque l'oolithe inférieure et les empreintes végétales commencent, en réalité, dans les bancs à silex les mieux caractérisés.

Si, de la Provence on passe dans le Languedoc, on constate également dans cette province un développement considérable des empreintes dont nous nous occupons.

Déjà, comme on le sait, on a signalé leur présence dans le Gard, la Lozère et l'Ardèche.

(1) *Bull. Soc. géol.*, t. XIX, p. 839.

(2) *Mémoires de la Société d'émulation de la Provence*, t. III, 1863.

D'après les indications de M. Ém. Dumas et de M. Kœchlin-Schlumberger, ce sont probablement les empreintes du troisième niveau (zone à *Ammonites Humphriesianus*) qu'ils ont rencontrées dans le Gard et la Lozère. Quant à celle des environs de Privas signalées par M. Ébray, elles appartiennent bien à ce niveau.

L'absence du premier niveau (partie moyenne du lias supérieur) est forcée dans l'Ardèche, au moins pour la partie du lias supérieur constituée dans cette région par des sédiments essentiellement quartzeux et grossièrement arénacés. La nature de ces dépôts n'aurait pu permettre aux empreintes de se conserver, en même temps que la mer fortement agitée qui a produit ces dépôts n'offrait vraisemblablement pas les conditions convenables pour leur développement.

Bien que je n'aie pas rencontré dans l'Ardèche le deuxième niveau (base des calcaires à Entroques), il est bien probable qu'il s'y rencontre et que des recherches plus soutenues le feront découvrir. Rien, en effet, ne semble avoir dû empêcher sa production à la base des calcaires à Entroques dont le développement dans cette région est parfaitement accusé.

Quant au troisième niveau, on le rencontre partout, quand on s'est élevé au-dessus du lias supérieur et du calcaire à Entroques. En suivant, en particulier, la route de Privas à Joyeuse on peut en voir un très-grand développement.

En sortant de la formation liasique, environ à cinq kilomètres de Privas, la route fait un coude brusque, et franchit, à l'aide d'un pont, un des nombreux ravins qui forment à l'ouest l'origine de la vallée de Privas. Elle contourne à l'est le pied d'une montagne fortement marneuse dont les parties basses montrent en abondance les empreintes dont nous nous occupons.

C'est très-probablement le même niveau que celui des Dombes et qui correspond, dans l'Ardèche comme dans les Basses-Alpes, à la zone si remarquable de l'*A. Humphriesianus*. Tout, du reste, dans cette montagne de l'Ardèche, et jusqu'à la triste végétation qui la recouvre, rappelle exactement la partie basse et moyenne de l'escarpement des Dombes à l'est de Digne.

Quand d'ailleurs on examine ces montagnes qui, courant parallèlement au Rhône, constituent la partie est du département de l'Ardèche, on est frappé de l'aspect presque identique qu'elles présentent avec les parties inférieures de la

grande chaîne de la Blanche, qui, dans les Basses-Alpes s'étend de la Durance au vieux château de Chaudon.

Aux environs du 23° poteau kilométrique on atteint les terrains ignés. Les empreintes signalées plus haut restent très-abondantes et se maintiennent presque jusqu'au contact de ces derniers terrains.

Le même phénomène se reproduit de l'autre côté de la montagne ; les petits lambeaux de calcaires qu'on rencontre avant d'atteindre le sol montrent fréquemment les empreintes du troisième niveau.

Après avoir descendu la rampe du côté d'Aubenas on retrouve les calcaires à empreintes très-développées, et on ne les quitte plus qu'accidentellement jusqu'à Aubenas.

Quand on a franchi le coteau sur lequel s'élève d'une façon si pittoresque la petite ville d'Aubenas, on ne tarde pas, en marchant toujours au sud, à retrouver les empreintes du troisième niveau. Elles sont en particulier très-développées sur le territoire des communes de Saint-Étienne, de la Chapelle, d'Uzer, de Rozière et de la ville de Joyeuse. Elles s'étendent toujours vers le sud et vont se rattacher à celles du même niveau du département du Gard.

La présence bien constatée des empreintes végétales à trois niveaux différents nous conduit naturellement à nous demander si elles ont été produites par une même plante.

Un observateur habile et autorisé, M. Ébray, a rencontré, à diverses reprises, les empreintes du troisième niveau et les a parfaitement mises à leur véritable place. Il les considère comme différentes de celles du deuxième niveau. Les empreintes du lias supérieur du bassin du nord-ouest de la Provence sont-elles aussi différentes de celles des deux autres niveaux ?

A cela, je répondrai que M. Dumortier, malgré l'étude qu'il avait faite de ces empreintes, n'a pas distingué celle de Valcros (troisième niveau) de celle du Lyonnais (deuxième niveau), et, ensuite, que des échantillons que j'ai pris moi-même dans les carrières de Couzon et de Saint-Quentin, dans les deux niveaux principaux de Digne, dans différents points de l'Ardèche depuis la Voulté jusqu'à Joyeuse, aux environs de Toulon, etc., m'ont toujours montré la même disposition générale.

Il peut se faire qu'on trouve des différences ; il est même très-possible que ces plantes n'appartiennent pas aux *Chondrites*, mais, au point de vue de l'utilité de ces empreintes,

comme point de repère en géologie, une détermination exacte n'aurait de valeur que si les espèces différentes, en admettant qu'elles existent, accusaient des zones spéciales. C'est dans tous les cas un sujet très-digne d'étude et sur lequel nous appelons l'attention de ceux de nos savants confrères qui s'occupent plus particulièrement de ces délicates questions de botanique fossile. Nous mettrons bien volontiers à leur disposition tous les échantillons qui nous paraîtront de nature à pouvoir les conduire à une solution précise.

En attendant, et quand même il n'y aurait pas lieu d'opérer définitivement la séparation dont nous venons de parler, il est évident que ces empreintes n'en peuvent pas moins rendre de grands services à la géologie, s'il vient à être établi d'une manière générale ou tout au moins pour des régions considérables, que leur présence annonce toujours avec certitude le lias supérieur ou l'oolithe inférieure; c'est ce qui paraît avoir lieu dès aujourd'hui pour la Bourgogne, le Lyonnais, le Languedoc, au moins en partie, et toute la Provence. J'ai en outre tout lieu de croire que les mêmes faits se reproduisent en Italie. C'est ce dont je vais m'assurer au printemps prochain.

Ces empreintes existent-elles dans les Alpes?

J'ai exploré les Alpes sur le versant français depuis Saint-Bonnet au nord de Gap jusqu'à la Durance, de la Durance à Digne, et de là jusqu'à la Méditerranée.

Dans la première et la presque totalité de la deuxième partie de cette région, les marnes et les calcaires marneux ressemblent absolument à ceux des marnes de Digne, et cependant ils ne m'ont pas montré la moindre trace des empreintes dont nous nous occupons.

Dans différentes coupes je suis parti des schistes à Bélemnites que M. Lory et les géologues des Alpes considèrent comme appartenant au lias; j'ai exploré en particulier les environs de Notre-Dame de Lans, au sud-est de Gap, où ces schistes sont très-puissants, et j'ai suivi en marchant vers Gap toutes les assises qui se succèdent assez régulièrement; j'ai remonté la Durance depuis Tallard jusqu'à Embrun; enfin j'ai, à plusieurs reprises, parcouru cette grande chaîne qui sépare la vallée de Barcelonnette et celle de Seyne; partout les résultats ont été négatifs. Il a toujours fallu me rapprocher notablement de la ligne que j'ai indiquée précédemment, et qui passe par Digne, pour retrouver ces empreintes.

Manquent-elles réellement dans les Alpes au nord de Digne, ou ont-elles échappé à mes recherches?

Voilà ce qui serait d'autant plus intéressant à constater que, d'après les travaux de M. Lory, comme on le sait, le système oolithique inférieur ferait défaut dans les Alpes du Dauphiné. Et comme, d'après ce que l'on a vu plus haut, le deuxième et le troisième niveau de ces empreintes se trouvent précisément dans l'oolithe inférieure, leur recherche dans les Alpes nous paraît aujourd'hui mériter un intérêt tout spécial.

Calcaire à Entroques. — Cet horizon a été signalé en Provence par trois observateurs, M. Dumortier (1), M. Coquand (2) et M. Ébray (3).

Le premier de ces savants le cite sans faire à ce sujet la moindre observation et comme si c'était une chose entendue, que le calcaire à Entroques existe partout ou du moins constitue une division normale dans la série des étages jurassiques. M. Coquand et M. Ébray signalent le fait comme ayant une certaine importance.

Pour admettre en Provence l'existence du calcaire à Entroques, les deux premiers géologues ont été, en partie, guidés par les caractères minéralogiques de la roche et, en partie, par des considérations paléontologiques ne se rattachant pas toutefois directement à la division considérée. M. Ébray, au contraire, appuie son opinion sur la présence dans ces calcaires de fossiles qu'il considère comme spéciaux à cet horizon.

Tout le monde sait qu'on désigne sous le nom de calcaires à Entroques dans la Bourgogne, la Franche-Comté, le Mont-d'Or lyonnais, etc., des bancs calcaires assez puissants, siliceux, montrant souvent des rognons de silex et comprenant un certain nombre de couches pétries d'articles d'Encrine.

Dans le Mont-d'Or lyonnais, où ces calcaires sont très-anciens et très-développés, ils constituent les assises profondes de l'oolithe inférieure, sans cependant être en contact avec le lias supérieur. On trouve, en effet, entre les deux, quelques bancs gris, minces, très-durs, siliceux et montrant en abondance des empreintes de *Chondrites scoparius*, Thiollière.

A la partie supérieure le calcaire à Entroques est recouvert, dans le Lyonnais, par une mince assise ferrugineuse, mais qui

(1) *Bull.*, t. XIX, p. 840.

(2) *Bull.*, t. XX, p. 554.

(3) *Bull.*, t. XXI, p. 203.

ailleurs, comme l'a montré M. Ébray (1), prend une notable extension et correspond à l'oolithe ferrugineuse de Bayeux, dont elle renferme du reste les fossiles les plus caractéristiques et, entre autres, l'*Ammonites Humphriesianus*, que l'on retrouve partout à ce niveau.

La même disposition se reproduit en Bourgogne.

Au point de vue paléontologique, les géologues du Lyonnais et de la Bourgogne font commencer le calcaire à Entroques avec l'apparition du *Pecten personatus* et le terminent au-dessous des premières assises à *A. Humphriesianus*.

Nous avons en Provence cette dernière zone parfaitement développée. En est-il de même de la première ?

C'est ce qui semble évident, si on ne considère que les fossiles en eux-mêmes.

En effet, le *Pecten personatus* a été signalé par M. Dumortier comme très-abondant dans le Var. Mais, si la détermination de ce savant est exacte, ce fossile n'aura plus de valeur comme horizon précis, ou bien il faudra singulièrement modifier la puissance du lias supérieur tel que l'ont compris les géologues qui se sont particulièrement occupés de la Provence (MM. Coquand, Hébert, Jaubert, etc.).

Ce fossile, en effet, se montre ici en véritables bancs, le plus souvent bivalve et d'une conservation parfaite; mais sa station la plus importante comme taille et comme nombre (celle qu'a rencontrée M. Dumortier) est à quatre ou cinq mètres au-dessus de la zone à *Ammonites bifrons* et précisément au niveau de l'*A. serpentinus*. Or, entre ce dernier niveau et la base de la zone à *Lima heteromorpha*, il existe des assises dont la puissance dépasse quarante mètres dans certains cas, formées de calcaires extrêmement durs, remplis de silex, et que la plupart des géologues ont rangés dans le lias supérieur.

Je serai très-prochainement en mesure de fournir à la Société une étude complète et concluante sur ces calcaires. Notons seulement ici la position principale du *Pecten personatus*; elle nous suffira pour le travail actuel.

M. Dumortier, ayant rencontré dans le Var une coquille qu'il crut pouvoir rapporter au *Pecten personatus*, lui attribue la signification qu'elle avait toujours eue jusque-là; il la place à la base du calcaire à Entroques.

(1) *Bull.*, t. XVI, p. 1062.

Entraîné par l'analogie avec ce qu'on connaissait jusque-là, se trouvant en présence de terrains très-tourmentés, M. Dumortier a interverti l'ordre des étages.

Après avoir décrit le gisement de *Chondrites scoparius*, très-développé entre Valcros et Belgentier, M. Dumortier s'exprime ainsi :

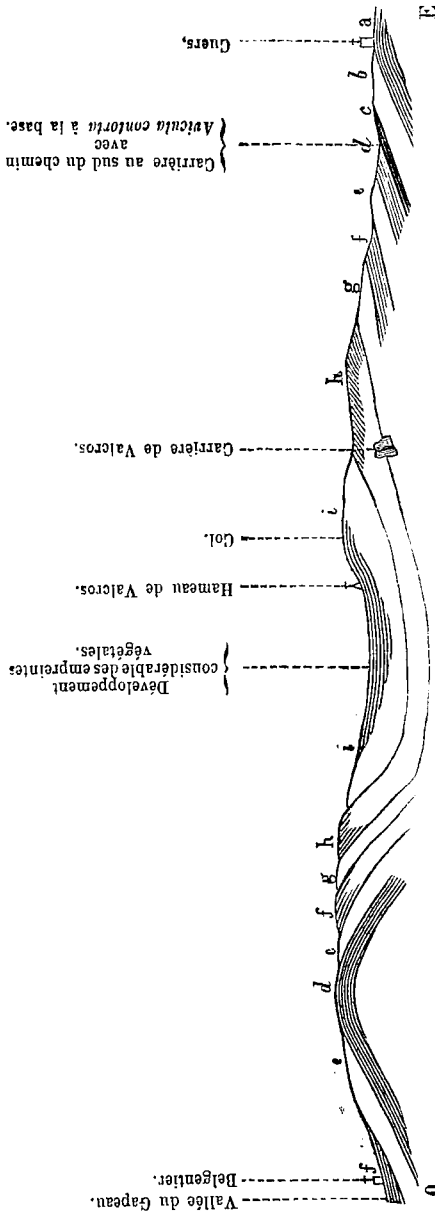
« On trouve là en pleine exploitation une carrière dans les
« couches inférieures du calcaire à Entroques. Les bancs d'en
« bas descendent jusqu'au calcaire à *Chondrites scoparius* dont
« on rencontre des empreintes, suivant le rapport des carriers;
« il est remarquable cependant que la couche à *Fucoïdes* doit
« avoir une très-faible épaisseur sur ce point, car les couches
« du lias supérieur y sont elles-mêmes entamées par l'explo-
« tation, et j'ai ramassé dans les parties profondes les fossiles
« caractéristiques de cet étage, *Ammonites serpentinus*, *A. mu-*
« *cronatus*, *A. radians* (1). »

La carrière est en effet ouverte dans le lias supérieur et les fossiles de cet étage cités par M. Dumortier s'y trouvent parfaitement avec plusieurs autres appartenant au même niveau. Mais, ainsi que nous l'avons établi plus haut, le niveau à *Pecten personatus* de M. Dumortier et qui, pour lui, masque la base du calcaire à Entroques, correspond exactement à celui de l'*Ammonites serpentinus*. Au-dessus de ces bancs viennent des assises puissantes de calcaires à silex, puis la zone à *Lima heteromorpha* avec tous ses fossiles ordinaires. Enfin, au-dessus de ce niveau se développent les puissantes assises marneuses de l'oolithe inférieure, la station par excellence de ces empreintes dans le sud-est de la Provence, comme le montre la coupe que M. Dumortier a rencontrée à l'ouest de Valcros.

Je n'ai jamais aperçu d'empreintes dans la carrière de Valcros, qui d'ailleurs descend jusque dans le lias moyen; mais il pourrait très-bien se faire qu'elle en renfermât, puisque c'est ainsi que les choses se passent dans le bassin du nord-ouest. Peu importe du reste; ce qui demeure parfaitement établi, c'est que les calcaires à empreintes de Valcros et tous ceux qui se montrent avec quelque abondance dans le bassin du sud-est sont *supérieurs* et non *inférieurs* au puissant système compris entre le *Pecten personatus* (de M. Dumortier) et la zone à *Lima heteromorpha*.

(1) *Bull.*, t. XIX.

Coupe de Cuers à Belgentier.



Carrière au sud du chemin avec *Avicula contorta* à la base.

Développement végétal. considérable des empreintes végétales.

Belgentier.
Vallée du Gapau.

Niveau de la mer.

Echelles : Longueurs : $\frac{1}{400,000}$ — Hauteurs : $\frac{1}{20,000}$

- i* Oolithe inférieure marneuse.
- h* Zone à *Lima heteromorpha* et lias supérieur.
- g* Lias moyen.
- f* Infralias marneux.
- e* Infralias dolomitique.
- d* Infralias calcaire.
- c* Zone à *Avicula contorta*.
- b* Cargneules et marnes (Keuper.)
- a* Muschelkalk.

La fin de la citation que nous avons empruntée à M. Dumor-Soc. géol., 2^e série, tome XXV. 27

tier et la suite de la citation dans la note originale montrent qu'il n'a manqué au savant géologue qu'un peu plus de temps pour voir exactement les choses; mais aussi la rectification précédente fait disparaître les principales raisons sur lesquelles s'appuyait M. Dumortier pour admettre dans le Var l'existence du calcaire à Entroques.

Après M. Dumortier, M. Coquand a signalé ce même horizon dans le département du Var.

« Le mémoire de M. Hébert sur les terrains jurassiques de cette contrée (Provence) a prouvé d'un autre côté que, dans la coupe de Solliès-Toucas à la Chapelle-Saint-Hubert, le lias supérieur à *Ammonites primordialis* est surmonté de calcaires marneux contenant *A. Humphriesianus*, *Sowerbyi*, la *Myoconcha crassa*, qui leur assigne le rang de l'oolithe inférieure.

« Seulement, une particularité qui semble avoir échappé à M. Hébert consiste en la présence, immédiatement AU-DESSUS de cet horizon, de quelques assises de calcaires d'une couleur rougrâtre très-prononcée, entièrement pétries d'articles d'*Encrines* et représentant, à ne pas en douter, et par leur position et par leurs fossiles, le fameux calcaire à Entroques de la Franche-Comté et de la Bourgogne, lequel est placé, comme on le sait, entre les argiles à *Ostrea acuminata* et les bancs à *Terebratula perovalis* et *Belemnites giganteus* (1). »

Sans doute, le calcaire à Entroques se trouve placé dans l'intervalle compris entre les deux niveaux paléontologiques cités plus haut; mais il n'occupe pas cet intervalle tout entier. Pour ne parler que de la limite supérieure, la seule qui nous importe ici, je rappellerai, comme nous l'avons vu plus haut, que le calcaire à Entroques dans les lieux types finit au moment où apparaissent les premiers dépôts renfermant l'*Ammonites Humphriesianus*. Or, comme d'après la citation même de M. Coquand, le calcaire à Entroques du Var serait supérieur et non inférieur à cette zone, il en résulte déjà qu'il n'est pas sur le même horizon paléontologique que le calcaire à Entroques de la Bourgogne et du Lyonnais. Je montrerai en outre que les fossiles de ce niveau ne sont pas ceux du calcaire à Entroques.

Quant à l'opinion de M. Ébray, un examen ne peut être convenablement fait que dans une prochaine note, qui sera consa-

(1) *Bull.*, t. XX.

crée à l'étude du système compris entre la base du lias supérieur et le commencement de la zone à *Lima heteromorpha*.

Nous aurons aussi à nous occuper alors de la valeur des rapprochements établis par M. Deslongchamps entre la *malière* de Normandie et le calcaire à Entroques de la Bourgogne et de la Franche-Comté.

RÉSUMÉ.

1° La Provence, dans son état actuel, est divisée en deux bassins très-naturels, celui de la Durance au nord et au nord-ouest, celui de la Méditerranée au sud-est.

2° Dans chacun d'eux la formation jurassique montre pour chaque étage des différences considérables; c'est ce qui a été, en particulier, établi dans ce travail pour le lias supérieur et l'oolithe inférieure.

3° La plus importante de ces différences dans les deux étages étudiés est le développement considérable de la division appelée *malière* en Normandie (zone à *Lima heteromorpha*), dans le bassin du sud-est, et l'absence de ce niveau si remarquable dans le bassin du nord-est.

4° Les empreintes végétales dont l'une avait été rapportée par Thiollière au *Chondrites scoparius* existent au moins à trois niveaux :

Troisième : dans la zone à *Ammonites Humphriesianus*, au-dessus du calcaire à Entroques.

Deuxième : à la base du calcaire à Entroques.

Premier : dans la partie moyenne du lias supérieur.

Ces empreintes ne peuvent donc pas servir à marquer un horizon précis.

5° Dans la Bourgogne, le Mâconnais et le Lyonnais, les empreintes végétales se rencontrent au deuxième niveau (1).

6° Ces empreintes, très-répandues dans le Languedoc, se montrent surtout au troisième niveau.

7° En Provence, où elles prennent un développement énorme dans le bassin du nord-ouest, elles se trouvent exclusivement au premier et au troisième niveau.

(1) Au moment d'envoyer cette note, je reçois de notre savant confrère, M. de Ferry, une lettre pleine de renseignements précieux qui trouveront leur place dans ma prochaine note. Cette lettre me signale, en particulier, un résultat très-intéressant, c'est la présence, dans le Mâconnais, d'un niveau à *Fucoïdes* au milieu du calcaire à Entroques.

Dans le bassin du sud-est elles commencent dans la zone à *Lima heteromorpha*, et même un peu plus bas, pour acquérir leur plus grand développement au niveau de l'*Ammonites Humphriesianus* et se continuer bien au delà.

8° Malgré l'abondance de ces empreintes depuis la Méditerranée jusqu'à Digne, je n'en ai plus vu de traces entre Digne et Saint-Bonnet au nord de Gap.

9° Bien que ces empreintes se rencontrent à plusieurs niveaux, elles peuvent encore rendre de grands services à la géologie, s'il vient à être démontré qu'elles sont toujours cantonnées dans le lias supérieur et l'oolithe inférieure.

10° Le calcaire à Entroques a été signalé dans le Var par M. Dumortier et par M. Coquand. Ces géologues appliquent dans les mêmes lieux cette dénomination à des assises essentiellement différentes; c'est ce que la stratigraphie seule permet de démontrer d'une façon incontestable; ensuite, en ce qui concerne particulièrement M. Coquand, nous avons vu que les indications fournies par la paléontologie nous conduisaient à rejeter complètement, sur ce point, l'opinion du savant géologue.

Le Secrétaire présente les deux communications suivantes de M. Coquand.

Sur les gisements asphaltiques des environs de Ragusa, dans la province du val di Noto (Sicile); par M. H. Coquand.

Le développement extraordinaire qu'a pris, pendant ces dernières années, l'industrie pétrolifère, a eu pour résultat de susciter au monopole presque général exercé par les Américains, grâce à leurs produits de la Pensylvanie, une concurrence salutaire, qui, dans un cas donné, n'exposât pas l'Europe à subir les lois d'un centre unique de production. C'est à cet esprit d'indépendance et d'affranchissement commercial que sont dues les recherches actives d'huiles minérales, dont quelques-unes ont été couronnées de succès, ainsi que des arrivages à Marseille de pétroles provenant de la Valachie, de Kertsch et de quelques autres points situés sur les bords de la mer Noire. Ces produits, d'origine européenne, quoique moins abondants et moins riches en huiles éclairantes que ceux de l'Amérique u Nord, ont pu s'imposer à la consommation tant que les pé-

troles de l'autre côté de l'Atlantique ont conservé un prix relativement élevé. Avouons toutefois que les gisements de la Valachie ont à lutter contre des difficultés inhérentes à tout pays dépourvu de voies de communication, ainsi qu'à l'état de civilisation peu avancé des populations chez lesquelles ont été entreprises ces exploitations, difficultés, en définitive, qui pèsent lourdement sur les prix de revient.

En effet, les huiles, pour aboutir aux ports d'embarquement, Braïla ou Galatz, ont à franchir des steppes sans routes dont le parcours, praticable pendant la belle saison seulement, exige six jours de voyage au moins. Le Danube, gelé pendant quatre mois de l'année, se refuse, dans la saison d'hiver, à tout transport de marchandises; de plus, l'expéditeur est exposé aux exigences des paysans, qui, suivant leur convenance personnelle ou les soins que réclament les intérêts de leurs récoltes, se décident à mettre leurs personnes et leurs bœufs à sa disposition, ou refusent net tout service.

Naturellement les prix de revient se ressentent de tous ces embarras auxquels il est impossible de se soustraire, et les transactions se trouvent fatalement soumises à des fluctuations de prix qui laissent souvent le spéculateur désarmé en présence des arrivages d'Amérique. Pour faire face à ces dangers, il conviendrait donc de trouver dans de bonnes conditions d'exploitation, de transport et d'abondance, les matières premières, qui permettent de s'affranchir des huiles de Valachie et d'Amérique, quelle que fût l'infériorité de prix à laquelle ces dernières pussent descendre.

C'est dans ce but très-louable et digne de réussir que des efforts ont été tentés dans les Abruzzes et sur d'autres points de l'Apennin, pour y rechercher des sources de pétrole; mais il est malheureusement reconnu que tous les terrains ne sont point pétrolifères, et que ceux mêmes dans lesquels se manifeste la présence de l'huile minérale ne sont pas toujours assez féconds pour qu'on puisse espérer de leur exploitation un résultat rémunérateur. De plus, les sources, et cela fatalement, sont assujetties à des appauvrissements successifs, à mesure qu'on en retire les produits, et ne tardent pas à tarir complètement dans l'intervalle de quelques années.

Cette circonstance dans le chiffre de la production crée un obstacle sérieux. En effet, asseoir les bases d'une vaste entreprise et d'une usine pour l'épuration des produits, et cela en vue d'un fonctionnement normal et permanent, c'est vouloir

s'exposer, de parti pris, à de cruels mécomptes ; car, en suivant cette voie, on transforme gratuitement en éléments immuables des éléments essentiellement variables de leur nature. Dans l'impossibilité où l'on se trouve placé de réglementer, *a priori*, le débit des puits pendant une période de temps déterminée, ou, en d'autres termes, de cuber les quantités de liquide emprisonnées dans la terre et sur lesquelles on a basé ses calculs, on conçoit que, dans des conditions pareilles, l'exploitation par puits puisse devenir une opération hasardeuse et aléatoire, comme l'expérience se charge de le démontrer tous les jours en Amérique et en Valachie. L'aveuglement que le succès donne à quelques puisatiers plus heureux que leurs voisins laissant ordinairement dans l'obscurité les mécomptes ou la ruine du plus grand nombre, les recherches se continuent avec leurs bonnes ou mauvaises chances.

Ces considérations tiennent à l'économie pratique du sujet que nous traitons ici ; mais elles perdraient leur caractère menaçant, si on renversait les pôles de la proposition, et si l'exploitation du pétrole, au lieu de s'alimenter à l'aide de sources d'une abondance problématique et dans tous les cas capricieuses dans leur débit, s'attaquait à des substances solides qui permettent de retirer de la pierre une huile éclairante, de même qualité que le pétrole, exactement comme on retire par la distillation des schistes bitumineux une huile minérale que l'introduction de celle-ci a détrônée et fait descendre au deuxième rang.

Ce résultat est-il possible et réalisable ?

Telle est la question posée, et sa solution dépend à la fois de l'existence de ce pétrole à l'état *solide*, qu'on nous passe cette figure hardie, de son abondance et de la facilité de son exploitation et de son transport.

On connaît l'asphalte avec lequel on prépare le mastic destiné au dallage des rues et des trottoirs ; on sait que cette substance imprègne, dans des proportions variables, des roches calcaires et des grès dont on la débarrasse au moyen d'une distillation grossière. Or, cet asphalte n'est autre chose que du pétrole qui, apporté d'abord du sein de la terre par des sources spéciales, a ensuite injecté les interstices des roches poreuses, au moment même de leur formation, s'est incorporé à leur substance, en conservant la totalité du bitume qu'il renfermait et en laissant échapper, par évaporation naturelle, une partie plus ou moins considérable de ses principes

volatils ou essentiels. On comprend de suite que si certaines roches asphaltiques ont conservé une richesse en pétrole suffisante pour qu'il devienne possible d'en opérer avec bénéfice la distillation, comme les produits qu'on en retirera ne seront autre chose que des huiles mêmes de pétrole, il sera indifférent de réclamer ce bénéfice aux sources d'Amérique ou bien aux roches asphaltiques. Il y a plus, dans l'hypothèse que nous posons, ces dernières offriraient un résultat plus certain, puisque l'on connaîtrait d'avance les quantités sur lesquelles on aurait à opérer et, d'après cette donnée, il serait facile d'être fixé sur la durée de l'exploitation et ses conditions d'existence.

Nous pensons que les gisements que nous avons eu l'occasion d'étudier en Sicile sont susceptibles de réaliser les conditions du problème énoncé ci-dessus, et que, dans tous les cas, il ne sera pas sans intérêt de connaître les circonstances géologiques qui se rattachent à leur histoire.

Quand, après être sorti de la ville de Raguza, dans la province du val di Noto, on prend la route qui conduit au port delle Mazzarelle, on pénètre, après une distance parcourue de 2 à 3,000 mètres, sur un plateau frangé, vers la gauche de l'observateur, par de profonds ravins que dominant des escarpements taillés à pic. Ce plateau est désigné dans le pays sous le nom de Rinazza ou de *Contrada à pece*. Ce dernier nom indique déjà la nature du produit qu'on y rencontre, et qui consiste en une pierre de poix, véritable roche asphaltique, que l'on exploite à ciel ouvert ou en cavage, non point pour en retirer de l'asphalte, ainsi qu'il serait naturel de le supposer, mais bien pour en obtenir de grands blocs que l'on débite ensuite et que l'on utilise comme dalles, chambranles de cheminées, montants de portes et de fenêtres, marches d'escaliers, ou soubassements de balcons. La propriété précieuse que possède la pierre de se laisser tailler et scier et de recevoir des moulures et des sculptures, à la manière de certaines pierres tendres, concourt à lui assurer un débouché assez important non-seulement à Raguza, mais encore à Modica, Noto, Syracuse et dans les villes voisines.

Mais cette industrie, quelque intéressante qu'elle puisse être au point de vue architectural, n'enrichit ni le propriétaire ni les ouvriers, et force de laisser sur les haldes une quantité si considérable de débris inutiles que les alentours des carrières en sont littéralement obstrués, et que, pour l'avancement des

travaux, on se trouve en présence d'un déblai formidable, dont il faut opérer le déplacement à grands frais, avant de pouvoir pénétrer dans le vif de la roche. Ces embarras, qui sont déjà assez lourds dans les exploitations à ciel ouvert, sont bien autrement gênants et dispendieux, lorsqu'il s'agit de pratiquer des excavations souterraines. La nécessité dans laquelle on se trouve de respecter les troncs d'abatage susceptibles de fournir de la pierre marchande ne permet pas l'emploi de la poudre, et dans ces conditions l'extraction des grosses pièces devient une opération assez coûteuse. De plus, on a observé qu'à une certaine profondeur la roche asphaltique est chargée d'une quantité notable d'asphalte qui suinte d'elle-même à travers ses pores. Dans ce cas elle devient trop tendre, ne se laisse plus mordre par les dents de la scie qu'elle empâte, et acquiert, quand elle est débitée en plaques minces, une flexibilité qui la rend impropre aux usages auxquels on la destine. On est alors obligé de faire *suer* les dalles, c'est-à-dire de leur enlever, à l'aide du feu, la portion de bitume qu'elles retiennent en excès; et, pour cette opération, on transforme en combustible les couches les plus riches en asphalte, et, grâce à ces foyers improvisés, dont la nature fait tous les frais, on effectue en plein air la distillation incomplète des blocs que l'on destine aux constructions. Ces mêmes couches servent aux préparations culinaires des ouvriers et aux feux de bivouac par lesquels on combat la température des jours trop rigoureux. Ces divers usages rappellent le gîte bitumineux du Nebi-Musa, sur les bords de la mer Morte (1), qui sert à entretenir les feux des Arabes du voisinage, à fabriquer les emblèmes de piété que l'on vend aux pèlerins sous le nom de *Pierre de la mer Morte* et que l'on utilise également pour le dallage des cours.

Ces détails sont nécessaires pour faire ressortir en premier lieu l'importance du gîte et ensuite pour expliquer la grande quantité de déblais accumulés sur les chantiers, déblais qu'on trouvera plus tard sous la main et sans frais, et qui n'attendent plus que les opérations du raffinage.

La roche asphaltique appartient à la formation marine désignée sous le nom de miocène ou de tertiaire moyen, et elle est subordonnée à la mollasse avec *Clypeaster altus*, qui, depuis Syracuse jusque bien au delà de Ragusa, constitue les mon-

(1) Louis Lartet, *Gîtes bitumineux de la Judée*. (Bull., t. XXIV, p. 23 et suiv.

tagnes qui bordent le littoral. Cette subordination est nettement dévoilée par l'observation directe et par la manière dont le gîte est enclavé au milieu de la mollasse même.

La mollasse, dans son état normal, est une roche jaune à grains fins et miroitants, presque entièrement composée de débris de coquilles. La roche d'asphalte, d'un brun chocolat dans la cassure fraîche, présente une foule de points brillants très-rapprochés, réfléchissant la lumière, et identiques avec les grains miroitants de la roche normale; mais, dans les parties exposées à l'air, elle devient bleuâtre et ne ressemble pas mal alors à certains bancs du calcaire à Gryphées arquées. Elle contient des coquilles marines dont la plus abondante est une grosse *Siliquaria* à tubes contournés. Elle brûle avec facilité en répandant beaucoup de fumée et l'odeur de pétrole, et en laissant pour résidu une carcasse spongieuse de chaux caustique. Elle fait une vive effervescence dans les acides et abandonne un bitume brun dont la proportion varie suivant que l'échantillon choisi est plus ou moins riche en bitume. Elle m'a donné à l'analyse les résultats suivants :

Bitume et matières volatiles.....	41 00	} 100
Carbonate de chaux.....	57 50	
Matière insoluble.....	1 50	

La quantité de bitume va en diminuant à mesure qu'on se rapproche des limites des portions imprégnées, et la mollasse pure est composée de :

Carbonate de chaux.....	98	} 100
Matière insoluble.....	2	

La moyenne d'huile lampante que la roche asphaltique fournit à la distillation est de 11 pour 100 environ.

Dans les cavages qui existent au-dessous de la ferme Léporino, les fissures qui traversent la roche de poix sont remplies d'un bitume noir, qui suinte d'abord à l'état visqueux, mais qui ne tarde pas à se durcir, à devenir fragile et à passer à l'état de véritable bitume de Judée. Sur quelques points, les plafonds des carrières sont hérissés de stalactites de ce même bitume ressemblant à des bâtons de réglisse. Un échantillon que je conserve dans ma collection distille constamment du pis-asphalte qui tend à la couvrir d'une enveloppe extérieure continue. Dans la grande carrière, qui présente un front d'abatage

de près de 20 mètres, il n'est pas rare de rencontrer des flots ou des nerfs de mollasse pure, par conséquent stériles, qui ont été soustraits à l'imprégnation, de même que fréquemment il existe dans cette mollasse des portions complètement isolées et dans lesquelles l'asphalte se trouve logée sous forme de petits dépôts fermés, indépendants les uns des autres et ne communiquant jamais entre eux, circonstance qui dévoile clairement la contemporanéité de l'asphalte et de la mollasse marine. Ne voit-on pas dans la roche bitumineuse de Raguza l'équivalent du calcaire bitumineux du Nebi-Musa (1) qui contient 25 pour 100 de bitume? Hitchcock ne s'était point mépris sur son origine et sur la contemporanéité du calcaire et du bitume. Il ne pouvait comprendre que la formation de cette roche se fût effectuée autrement que par un *dépôt opéré au fond d'une masse d'eau riche en calcaire et en bitume liquide*.

Il est évident qu'à l'époque où les sédiments se déposaient au fond de la mer miocène des sources de pétrole jaillissaient sur des points particuliers et imprégnaient la roche sur une étendue qui était en rapport avec la fécondité de ces sources elles-mêmes. Aussi est-ce sous forme d'ellipses plus ou moins régulières que se montrent les sections faites par un plan occupant perpendiculairement le gîte dans son plus grand axe. Le centre représentera la plus grande force de production, et les ordonnées à partir de ce point central iront successivement en diminuant et tomberont à zéro, lorsqu'elles rencontreront les dernières limites atteintes par l'imprégnation.

La roche de poix, pour me servir de l'expression du pays, occupe deux niveaux distincts, ainsi qu'on peut s'en assurer dans le vallon fermé que domine la campagne Léporino et qui montre (*fig. 1*) dans les escarpements taillés à pic la succession des bancs dont le plateau est constitué. Le niveau inférieur, qui a été exploité jusqu'à une certaine profondeur au moyen d'un cavage avec piliers de soutènement, a une puissance de cinq mètres avec quelques nerfs de calcaire interposés.

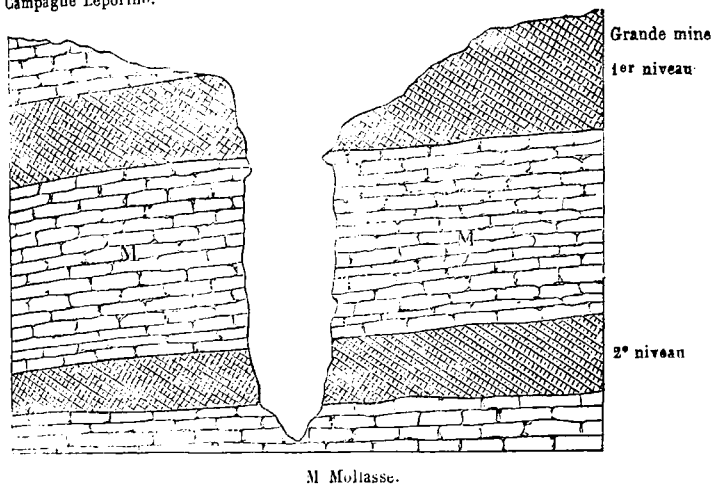
A mesure que, des points où l'on constate l'épaisseur maximum de cinq mètres et qui correspondent à la partie centrale du gîte, on suit les bancs en direction vers l'est, c'est-à-dire quand on tend à sortir de l'ellipse dont nous avons parlé, on voit cette épaisseur diminuer graduellement, et, après un par-

(1) Louis Lartet, *Loc. cit.*, p. 23.

cours de 5 à 600 mètres, elle se trouve réduite à néant, le toit et le mur se rapprochant et finissant par se confondre, ainsi que l'indique la figure 2.

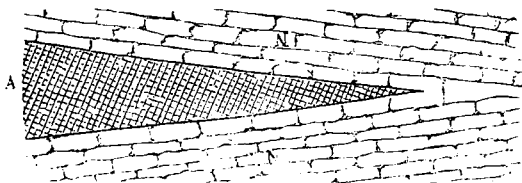
Fig. 1.

Campagne Léporino.



Une expérience analogue faite du côté opposé du ravin, sous la maison Léporino, a conduit à un semblable résultat, avec

Fig. 2.



N Mollasse. — A Asphalte.

cette différence cependant, que la diminution se manifeste d'une manière plus rapide; car l'asphalte cesse de se montrer après une distance de 300 mètres; d'où la preuve qu'on a sous les yeux un véritable amas. Il serait donc sans doute intéressant de pouvoir constater jusqu'à quel point l'amas pénètre dans les eaux de la montagne; mais, à cet égard, les données exactes

font défaut; car les seuls renseignements qu'on puisse obtenir sont fournis par les excavations existantes, et leur profondeur ne dépasse pas une trentaine de mètres.

Le niveau supérieur est séparé du premier par 25 mètres environ de calcaire pur, et il a l'avantage de n'être point recouvert, circonstance qui permet de l'attaquer à ciel ouvert et de pouvoir multiplier à sa convenance les chantiers d'exploitation. Il est désigné sous le nom de grande mine et incline légèrement vers le nord. On peut en suivre les affleurements sur un rayon de plus de 600 mètres. La hauteur des tailles varie suivant les points où sont pratiquées les attaques. Elle oscille entre 5 et 20 mètres, desquels il convient de défalquer de 2 à 3 mètres occupés par des nerfs de calcaire interposés. Mais, à mesure que l'on se dirige vers l'est et que l'on contourne le monticule d'où l'œil découvre le pont neuf de la route de Ragusa à Modica, on voit cette puissance diminuer graduellement et se réduire enfin à zéro.

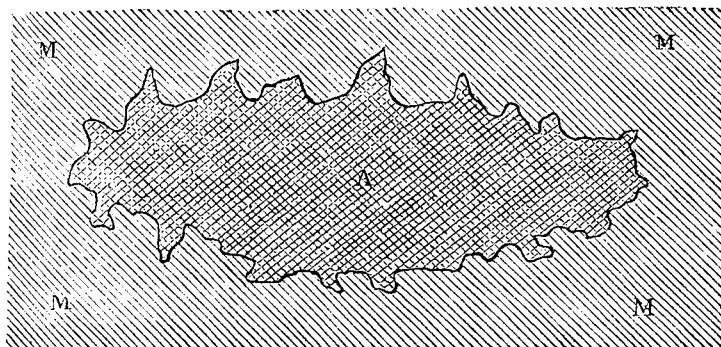
L'ouverture et l'importance des carrières exploitées ont été subordonnées aux accidents, ou, pour parler plus rigoureusement, aux allures du gîte; elles sont grandes et spacieuses là où la puissance des bancs asphaltifères est considérable; plus loin, et sur la limite des centres fécondés, elles se réduisent à de simples fouilles. Là, on se heurte fatalement contre des couches de calcaire blanc au milieu desquelles l'asphalte ne constitue plus que des bandes irrégulières et fermées. On conçoit que, vers ces points appauvris, l'exploitation ne se soit pas aventurée bien avant, parce que les ouvriers éclairés par l'expérience savent que le gîte manque de continuité.

Quoi qu'il en soit, il est facile de s'assurer que la roche asphaltique de Ragusa s'étale, au milieu de la mollasse miocène, sous la forme d'amas puissants ellipsoïdaux, desquels se détachent des ramifications frangées. Le croquis représenté par la figure 3 traduit exactement cette disposition laciniée.

Il n'existe dans les environs de Ragusa aucune roche volcanique ni aucune source thermale à l'intervention desquelles on puisse être tenté de rapporter l'origine du pétrole qui a asphaltisé certains points de la mollasse. Il serait plus téméraire encore d'admettre que le pétrole ait pu pénétrer dans des calcaires solides postérieurement à leur dépôt. Cette hypothèse est d'ailleurs complètement renversée par le seul fait de l'existence de portions de mollasse imprégnées d'asphalte complètement isolée au milieu de la mollasse normale et ne communi-

quant avec la masse asphaltique par aucun conduit ni aucune fissure.

Fig. 3.



M Mollasse. — A Asphalte.

Il ne nous reste plus, pour compléter notre travail, qu'à évaluer en mètres cubes la richesse réelle des gisements de Raguza.

La grande mine ou le niveau supérieur, d'après nos calculs, équivaut à un carré qui mesure 900 mètres sur 500, ce qui donne une superficie de 450,000 mètres. En évaluant la hauteur de la pierre bitumineuse à 10 mètres en moyenne, on obtient un cube de 4,500,000 mètres. Le poids spécifique de la roche étant de 1,80, il résulte de ces divers éléments que la partie exploitable équivaut à huit billions et un million de kilogrammes. Le niveau inférieur n'ayant qu'une hauteur de 5 mètres n'interviendra que pour une quantité de quatre billions et cinq cent mille kilogrammes, soit en tout 12,100,500,000 kilogrammes. En admettant le nombre 11 comme représentant la teneur moyenne de la roche en pétrole, on voit qu'elle pourrait suffire à une production d'environ un billion et quatre-vingt-onze millions de kilogrammes d'huile minérale.

Dans nos études sur les gîtes de pétrole de la Valachie et de la Moldavie (1), nous avons vu le pétrole se maintenir à l'état liquide lorsqu'il se trouvait emprisonné dans des argiles qui interceptaient toute communication avec l'air extérieur et s'opposaient ainsi, d'une manière plus ou moins complète, au

(1) Coquand, *Bull.*, 1867, t. XXIV.

dégagement de ses principes volatils. Nous avons pu constater que ce même pétrole, amené au jour par les phénomènes des salses, perdait peu à peu de sa liquidité première par suite du dégagement spontané de l'hydrogène proto-carboné et passait à l'état de piasphalte.

Les gisements bitumineux de l'Albanie et de l'île de Xante (1) nous ont montré dans les piasphaltes des bords de la Vojutza un degré d'épuisement plus avancé du pétrole, et enfin ce même piasphalte, par la perte totale de ses éléments liquides, converti, dans le territoire de Sélénitza, en la substance solide et noire connue sous le nom de bitume de Judée.

Les gisements d'asphalte, à leur tour, ne sont autre chose que des produits de sources pétrolifères, qui, au lieu de se conserver à l'état liquide, à la manière des vins que l'on conserve en bouteilles, et comme cela se vérifie dans les terrains purement argileux, ont rencontré des roches poreuses, tels que des grès et des calcaires, qu'ils ont eu la faculté d'imbibber et avec lesquelles ils se sont même incorporés. Placé dans ces conditions, le pétrole s'est naturellement trouvé exposé à une distribution incessante qui, en lui enlevant ses aliments gazeux, lui a laissé son bitume ou son goudron. Aussi les parties maintenues encore liquides dans l'intérieur des terrains pénètrent dans les fissures à l'état de piasphalte, ou bien pendent des plafonds des roches en stalactites, et ce piasphalte ne tarde pas lui-même à se convertir en véritable bitume de Judée. Voilà pourquoi dans la Valachie, à côté des pétroles liquides au sein des argiles, on trouve des roches simplement asphaltiques dans les grès ou les calcaires qui les recouvrent ou qui les supportent.

Nous répéterons donc, en terminant cette note, que le pétrole, le piasphalte, le bitume solide et les roches asphaltiques ne sont que des dérivés du naphte, et que les divers états sous lesquels ils se présentent dans la nature tiennent à une décomposition plus ou moins avancée du naphte lui-même.

(1) Coquand, *Bull.*, t. XXV.

Sur l'âge des gisements de sel gemme (Djebel-Mèlah), sur l'origine des ruisseaux salés (Oued-Mèlah) et des lacs salés (Chotts et Seb-kha) de l'Algérie; par M. H. Coquand.

On a longuement discuté sur l'origine des sels gemmes que l'on a signalés à divers niveaux dans la série des formations sédimentaires, et dont le terrain permien, le terrain triasique et divers étages de la formation tertiaire, semblent contenir les entrepôts les plus considérables. Mon intention n'est point de passer en revue les diverses opinions qui ont été émises à ce sujet. Je me bornerai à dire que quelques géologues, de Buch en tête, rattachant sa production à des phénomènes volcaniques, l'attribuent à des sublimations directes émanant de l'intérieur du globe; et, chose étonnante, c'est aux roches de sel de Bex, ainsi qu'aux gypses anhydres qui les accompagnent et qui occupent une place si nettement déterminée dans la série normale des terrains, que l'illustre géologue prussien reconnaissait une origine semblable, sans se préoccuper comment une masse si grande de produits nouveaux aurait pu pénétrer dans un terrain déjà consolidé et qui n'avait, suivant toute vraisemblance, aucune place disponible pour loger un hôte si encombrant. D'autres, au contraire, se basant sur des alternances régulières du sel gemme avec des argiles, des gypses, des grès, des calcaires et des dolomies, le considèrent comme un produit franchement neptunien, et dont le dépôt, au moment de la limite extrême de la concentration des eaux qui le tenaient en dissolution, se serait normalement effectué dans des bassins fermés ou dans des lagunes, exactement comme on peut l'observer aujourd'hui sur les bords de la mer Caspienne, de la mer Morte et dans plusieurs lacs salés de l'Algérie et des Bouches-du-Rhône.

Ainsi que le proclame très-justement M. Fournel (1), « le « muriate de soude est répandu à profusion dans les terrains « qui constituent le sol de l'Algérie. Il suffit de jeter les yeux « sur une carte du pays pour en acquérir la preuve; on y « verra que la quantité de ruisseaux désignés par le nom « d'Oued-Mèlah est innombrable; on y verra aussi à quel

(1) Fournel, Sur les gisements de muriate de soude en Algérie. — *Annales des Mines*, t. IX, p. 541, 4^e série, 1846.

« point sont multipliés ces Chott ou Sebka, qui sont
 « autant de lacs ou d'étangs salés, dont l'étendue est par-
 « fois considérable. Ajoutons à ces eaux salées la présence
 « d'énormes *bancs de sel gemme* qu'on atteint à quelques mètres
 « au-dessous du sol, ainsi que celle de véritables montagnes de
 « sel qui s'élèvent à une assez grande hauteur au-dessus des
 « plaines, et l'on verra que je n'exagère rien en me servant du
 « mot profusion pour exprimer l'abondance du muriate de
 « soude en Algérie. »

J'ai eu l'occasion, dans mes nombreuses pérégrinations à travers nos possessions africaines, de vérifier l'exactitude des affirmations de M. Fournel et d'étudier un bon nombre de gisements nouveaux qu'aucun européen n'aurait pu aborder à l'époque où le savant ingénieur parcourait la chaîne de l'Atlas. Depuis, MM. Dubocq et Ville ont ajouté beaucoup à ce qui était connu sur les gisements salifères; mais comme, parmi les géologues qui ont fourni leur contingent d'observations, il existe une divergence complète de vues, tant sur l'âge que sur l'origine du sel gemme, il me semble que le moment est venu de fixer la question à l'aide de documents plus précis, et je pense avoir en ma possession un assez grand nombre de ces documents pour établir : 1° que dans tout le Tell, c'est-à-dire dans toute l'Algérie montagneuse, le sel gemme a une position constante et déterminée, qui est celle de l'éocène supérieur; 2° que la salure des Oued-Mèlah et des Chotts n'est que la conséquence de la dissolution de ce même sel, ou du lessivage des argiles salifères par les eaux atmosphériques; 3° que le sel gemme ne se rattache à aucun phénomène volcanique, ou à aucune intervention de sources thermo-salines; 4° enfin, que dans le désert du Sahara les gypses et argiles salifères, que les Oued-Mèlah et les Chotts n'ont rien de commun avec les gisements salifères des hauts plateaux de l'Atlas, et qu'ils appartiennent à l'époque tertiaire la plus moderne, c'est-à-dire à la période pliocène.

Le but que je me propose d'atteindre m'oblige de parler en premier lieu de mes propres observations, afin que le lecteur puisse juger d'abord du mérite qu'elles peuvent avoir, et ensuite parce que leur exposé, indispensable pour établir la position que j'assigne aux gisements de sel gemme, contient les pièces justificatives à l'appui de la thèse que je soutiens et qui diffère de celle des autres géologues qui se sont occupés du même sujet. Je veux par cette déclaration écarter tout reproche

d'inconvenance qui pourrait m'être adressé, et auquel je tiens d'autant plus à ne pas être exposé, que je reconnais que les travaux estimables de ces mêmes géologues dont je ne partage pas les idées me fourniront les meilleurs arguments pour donner à la question une portée plus générale et me confirmer dans ma manière de voir.

Dans une publication étendue qui remonte à l'année 1862 (1), et dans laquelle la description du terrain éocène occupe une large place, je décrivais, comme étant une dépendance directe de ce terrain, quatre gisements salifères et gypsifères qui représentaient un dépôt absolument analogue à celui des marnes irisées, dont ils reproduisaient tous les caractères, c'est-à-dire bancs de sel gemme, gypses, dolomies et argiles bariolées.

Le premier, superposé à la craie supérieure, constitue, un peu au-dessus du confluent de l'Oued Cherf et de l'Oued Tifech, dans la tribu des Ouled-Daoud, le Djebel-Zouabi, qui n'est autre chose qu'un ballon gypso-salifère dont j'avais eu l'occasion de parler dans un travail antérieur (2). Il est subordonné à un système fort épais d'argiles rouges que surmontent, en discordance de stratification, des grès et des poudingues avec *Ostrea crassissima*. Les argiles sont éminemment salifères, car les ruisseaux qui les traversent roulent des eaux salées qui frappent d'une stérilité complète toutes les terres qu'elles envahissent. L'indépendance du terrain gypseux par rapport à la mollasse miocène démontre que le premier ne peut appartenir qu'à la formation tertiaire et à l'étage éocène.

Le deuxième gisement salifère et gypsifère est celui du Djebel Hamimat. Lorsque de Chéria, dans les hauts plateaux des Nemenchas, on se rend à Aïn Gueber, et qu'on pénètre dans la vallée d'Oued Halaïl par le col de Téniet Ali, on aperçoit dans le lointain une ligne de montagnes hérissée d'une série de dentelures frangées et qui semble barrer la vallée dans le voisinage de la source; mais, examinées de près, ces montagnes se montrent composées de couches alternantes, de dolomies ferrugineuses, de grès et de gypses escortés de cargneules et encaissés au milieu de marnes rouges et violettes, sur la sur-

(1) Coquand, Description géologique et paléontologique de la région sud de la province de Constantine. — *Mém. de la Soc. d'émulation de la Provence*, t. II, 1862.

(2) Coquand, Description géologique de la province de Constantine. — *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2^e série, t. V, 1852, p. 113.

face desquelles on aperçoit des efflorescences de chlorure de sodium. Sulfate de chaux, dolomies, marnes et grès, toutes les roches se trouvent en couches très-bien réglées, et les dentelures bizarres par lesquelles se terminent les crêtes sont dues à la désagrégation des dolomies. Les ruisseaux qui proviennent du Djebel Hamimat sont tous salés.

La présence des grès et des marnes ainsi que de dolomies régulièrement stratifiées écarte toute idée d'origine éruptive pour le gisement que nous décrivons. On y lit de la manière la plus claire les caractères d'une sédimentation neptunienne qui s'est opérée, comme pour le keuper, dans des conditions spéciales, mais qui excluent l'intervention directe de tout phénomène volcanique. La formation gypso-salifère repose sur les calcaires à Inocérames représentant en Algérie la craie de Maëstricht, et ce n'est que dans son prolongement vers le sud qu'elle est recouverte par la mollasse miocène; on voit donc que sa position correspond exactement à celle des Zouabit.

Le troisième gisement, qui est aussi le plus intéressant, est constitué par la montagne de sel d'El-Outaïa, le fameux Djebel el Mèlah qui se dresse à l'est du caravansérail, à quatre heures de distance du Sahara, sur la route d'El-Kantr'a à Biskr'a. Cette montagne a été visitée et décrite par MM. Fournel, Dubocq, Ville et par moi. M. Fournel (1) ne fournit aucun renseignement sur l'âge du sel gemme. M. Dubocq n'est guère plus explicite. « Le sel gemme, dit cet ingénieur (2), m'a paru former au Djebel el Mèlah de grands amas lenticulaires au milieu des marnes. En descendant le versant du Djebel Rh'arribou, on retrouve des bancs de poudingues et de grès friables qui recouvrent des assises de marnes gypso-salifères et qui disparaissent sous un terrain de transport. A l'est de cette montagne, le Djebel Rhennech et le Djebel Brâniss continuent la série des terrains secondaires du Djebel Essor, et montrent par la disposition de leurs strates et par leurs pendages réguliers que la formation du Djebel Rh'arribou ne peut point être regardée comme intercalée dans ce terrain. » M. Dubocq semble incliner vers l'opinion que le sel gemme est subor-

(1) Fournel, *Richesse minérale de l'Algérie*, t. I, p. 307.

(2) Dubocq, Constitution géologique du Ziban et de l'Oued-R'ir. — *Ann. des Mines*, 5^e série, t. II, p. 254.

donné aux assises à *Ostrea crassissima*. Dans tous les cas, il leur reconnaît une origine tertiaire.

J'ai consacré deux journées à l'étude du Djebel el Mèlah, afin de bien saisir les caractères originaires du terrain salifère, sous le ciment gypseux composé de débris de toute sorte et de tout volume, vrai manteau d'arlequin qui les dérobaît à la vue. Je voulus constater d'abord de quelle manière s'opérait la jonction de la formation secondaire avec la formation salifère, et, en second lieu, je voulus m'assurer des rapports de celle-ci avec des grès fossilifères appartenant à l'étage miocène. Après avoir vu dans une gorge ouverte dans le Djebel Rh'arrihou que les marnes santoniennes étaient surmontées par les calcaires à *Hemipneustes* et à Inocérames, je contournai les grands escarpements formés par les assises campaniennes et me trouvai sur un plan incliné vers l'est, sur lequel venait s'appuyer, en discordance de stratification, un ensemble puis, sant de marnes hariolées par lesquelles débute la formation salifère. On observe ensuite une première couche de sel blanc de 30 centimètres que recouvrent presque immédiatement des dolomies noirâtres, cavernueuses, formées de couches très-régulières. Viennent au-dessus des marnes rouges et des amas gypseux multicolores, entremêlés d'anhydrite lamellaire. Au-dessus se développe la grande masse de sel gemme, dont l'épaisseur m'a paru dépasser 20 mètres, et que couronnent des bancs puissants de gypses avec marnes subordonnées.

En dehors du gisement salifère, qu'une grande dépression semble séparer des montagnes contiguës, on remarque des grès jaunâtres contenant un grand nombre de fossiles et entre autres l'*Ostrea crassissima*. L'indépendance de la montagne de sel se trouvait donc nettement établie par rapport au terrain de craie, et son âge nettement fixé aussi dans la série tertiaire, et dans l'étage éocène, d'autant plus que, sous les alluvions de la plaine d'El-Outaïa, vers le col de Sfa, on voit émerger les calcaires nummulitiques. J'aime à croire que les détails que je viens de donner du Djebel el Mèlah mettent suffisamment en relief son origine neptunienne, origine démontrée par l'alternance régulière de grès, de marnes, de dolomies, d'argiles, de gypse et de sel, et qu'ils écarteront toute idée de dépôt postérieur ou de remplissage par voie de sublimation ou d'éruption.

C'est cependant cette dernière opinion qu'adopte M. Ville pour les sels gemmes de l'Outaïa. En effet, voici en quels

termes s'exprime ce savant géologue (1) : « Je tenais à comparer ce massif (Djebel Rh'arribou) avec le massif semblable du rocher de sel des environs de Djelfa sur lequel j'ai fait un mémoire. J'avais été amené à considérer les couches de sel des environs de Djelfa comme le résultat d'une éruption volcanique de boue, de sel et de gypse qui s'était produite à la séparation du terrain crétacé et du terrain tertiaire moyen. Mes études sur le Djebel Rh'arribou m'ont conduit au même résultat. »

Cette explication est, à mes yeux, en contradiction formelle avec l'alternance plusieurs fois répétée de dolomies parfaitement stratifiées, de grès et de marnes ; et, bien que le gypse et le sel se trouvent logés dans la masse des roches encaissantes sous forme d'amas lenticulaires, c'est-à-dire à l'état subordonné, il me paraît impossible de ne pas reconnaître à l'ensemble une origine franchement sédimentaire.

Le quatrième gisement salifère et gypsifère comprend une longue bande de terrains qui s'étend depuis le Djebel Chettabah près de Constantine jusqu'au delà de Milâ. Nous renvoyons pour les détails aux descriptions que M. Fournel et moi nous en avons données (2), et desquelles il résulte que, comme à Outaïa et dans les autres localités déjà citées, les bancs de sel gemme sont recouverts par la mollasse à *Ostrea crassissima*, et qu'ils reposent sur des marnes noires qui sont une dépendance de l'étage nummulitique.

Si de la province de Constantine nous passons dans celle d'Alger, nous retrouverons des gisements de sel identiques avec ceux que nous venons de décrire. Le plus important est sans contredit celui du Djebel Sahari, à 22 kilomètres au N. O. de Djelfa, sur la rive droite de l'Oued Mèlah. « Quand on part de Médéah, dit M. Fournel (3), et qu'on s'avance au sud, on traverse pendant quelques lieues le terrain tertiaire, et on entre alors dans les terrains crétacés. Ce sont les mêmes caractères, les mêmes fossiles, et, chose remarquable, c'est

(1) Ville, Étude des puits artésiens dans le bassin du Hodna et dans le Sahara des provinces d'Alger et de Constantine. — *Bull. Soc. géol.*, t. XXII, p. 109, 1864.

(2) Fournel, *Richesse minérale de l'Algérie*, t. I, p. 234. — Coquand, *Description géologique et paléont. de la région sud de la province de Constantine*, p. 130, 1862.

(3) Fournel, *Gisements de muriate de soude en Algérie*, p. 20.

« exactement à la même latitude que se trouvent les *Hemipneustes* (dans la province de Constantine). C'est aussi à la même distance du sud de ces fossiles que se trouve, dans le Djebel Sahari, une montagne de sel identique avec celle de la plaine d'Outaïa. Il faudrait, pour la décrire géologiquement, répéter ici mot à mot ce que j'ai dit de cette dernière. Ce sont les mêmes marnes gypseuses diversement colorées, etc. »

Suivant M. Ville, à qui l'on doit une très-intéressante description du même gisement (1), le sel présente des escarpements à ciel ouvert dont la hauteur s'élève jusqu'à 15 mètres (p. 365). *Il n'est pas régulièrement stratifié.* Dans un cirque ouvert dans le sel gemme (p. 367), le sel gemme est recouvert par une calotte de roches stratifiées formées presque entièrement de gypse blanc ou rouge, *régulièrement stratifié.* Dans certains échantillons, des bandes de gypse alternent avec des bandes de calcaire gris, compacte, identique d'aspect avec celui qu'on trouve dans les terrains secondaires. Il se pourrait, en raison de sa situation, que ce gypse provint de la transformation du calcaire crétacé par des vapeurs d'acide sulfurique hydraté. On reconnaît également sur ce point que le sel n'est pas *régulièrement stratifié.* Il présente aussi des zones parallèles de 3 à 4 millimètres de large, nuancées de teintes légèrement différentes et qu'on peut prendre au premier abord pour des *couches.*

Page 369. Si l'on examine avec soin les couches stratifiées qui entourent le gîte de sel gemme, on reconnaît bientôt qu'il y a deux terrains d'âges différents qui lui forment une double enveloppe. M. Ville n'a pas trouvé de fossiles dans ces terrains, mais il est facile de les distinguer l'un de l'autre par des différences bien tranchées de leurs caractères minéralogiques; sans se prononcer sur l'âge du terrain inférieur qu'il reconnaît comme crétacé, il classe le supérieur dans l'étage tertiaire moyen qui règne d'une manière à peu près continue à l'est, au sud et à l'ouest du pourtour du gîte, et qui se compose de bancs alternatifs de grès jaune friable et de poudingues faciles à désagréger. Les diverses coupes dont l'auteur illustre son texte, surtout les figures 2, 4 et 11, montrent le terrain tertiaire moyen relevé autour du gisement salino-gypseux, exactement comme il l'est dans tous les gisements que nous avons signalés

(1) Ville, Notice géologique sur les salines des Zahrez et les gîtes de sel gemme du Pang el Mèlah et d'Aïn-Hadjora. — *Ann. des Mines*, 5^e série, t. XV, 1859.

dans la province de Constantine. Si dans des dépôts réguliers et incontestablement d'origine sédimentaire, comme ceux de Montmartre, d'Aix et des Carpathes, la stratification des roches gypseuses se montre parfois irrégulière, il serait injuste de réclamer une régularité plus grande dans ceux de l'Algérie.

Ainsi, nous ne saurions adopter la conclusion par laquelle M. Ville termine son mémoire et dans laquelle le Djebel Sahari, le Rang el Mèlah (p. 407) est considéré « comme le résultat « d'une éruption de boue argilo-gypseuse et de sel gemme qui « se serait fait jour à travers les assises superposées des terrains crétacés inférieur et tertiaire moyen. » Nous retenons donc ce gîte comme un dépôt franchement neptunien, et, en réalité, c'est à cette idée que conduisent tous les détails stratigraphiques si bien exposés par M. Ville et en opposition desquels s'élèvent, seules, des idées théoriques. Je reconnais cependant comment, en présence des bombements, des interruptions de couches et de la confusion que des encroûtements gypseux superficiels et modernes jettent sur la position exacte des éléments normaux des terrains salifères, l'interprétation systématique se substitue souvent aux faits réels et positifs.

Le gîte de sel gemme d'Aïn-Hadjera (p. 395) est situé à 36 kilomètres sud-ouest de Rang el Mèlah, sur le bord méridional du bassin géographique du Zahrez. Son affleurement présente une surface à peu près circulaire d'environ 1000 mètres de diamètre. Pour M. Ville, il paraît, de même que celui du Djebel Sahari, dû à un soulèvement de boues argileuses, gypso-salifères. Au sommet du grand pic (p. 398), il y a une couche de poudingue qui plonge au sud assez fortement, comme si elle avait été redressée par l'apparition de la roche salifère. Ce poudingue serait tertiaire moyen.

La province d'Oran paraît être moins riche en sel gemme que celles de Constantine et d'Alger. Peut-être a-t-elle été moins sérieusement explorée. M. Ville (1) y décrit la mine de sel gemme que les Arabes des Ouled Kh'alfa exploitent sur les rives de l'Oued Mèlah, à 12 kilomètres ouest d'Aïn-Temouchen.

« Les argiles (p. 48) contiennent quelques lits minces de calcaire gris clair, à cassure un peu terreuse. A 100 mètres en aval du grand chantier, le calcaire prend tout à coup un développement assez fort et forme une sorte de promontoire sur la

(1) Ville, *Notice minéralogique sur les provinces d'Oran et d'Alger.*

« rive droite de la rivière. Il est d'un gris noirâtre, d'une structure
 « très-compacte, presque cristallin. Il a été plié très-fortement
 « en V ; il supporte en amont de la rivière des argiles salifères.
 « Dans l'intérieur du V, le calcaire devient schisteux et passe
 « graduellement à l'état d'argile schisteuse. Certains échantil-
 « lons de ce calcaire pourraient être pris pour du calcaire gris
 « du terrain crétacé inférieur ; c'est la présence de ce calcaire
 « gris et des argiles schisteuses et grises, encaissant le sel
 « gemme, qui nous avait fait supposer, lors de notre première
 « visite, que le gîte du sel était enclavé dans le terrain crétacé.
 « Mais il nous est démontré aujourd'hui que ce gisement est
 « enclavé dans le terrain tertiaire moyen, et que l'existence du
 « sel et du plâtre est due à l'apparition du basalte. »

Voici donc, de l'aveu de M. Ville, un gisement salifère parfaitement stratifié, donc non éruptif, non plus poussé par sublimation ou par éruption entre le terrain crétacé et le terrain tertiaire, ainsi qu'on l'admettait pour ceux du Djebel Rh'arribou et de Djelfa, mais bien encaissé dans un étage que recouvrent des bancs d'*Ostrea crassissima*, lequel étage consiste en des couches régulièrement stratifiées de calcaire et d'argiles. Or, c'est justement la place de tous les sels gemmes dont nous avons parlé jusqu'ici, et nous avouons franchement que nous aurions beaucoup de peine à comprendre, si les gypses et les sels étaient éruptifs, comment d'abord ils pourraient être stratifiés, et encore moins comment ils se seraient toujours interposés entre le terrain crétacé et le terrain tertiaire, lorsqu'il est établi que, dans toute la province de Constantine et sur une foule d'autres points de l'Europe et de l'Asie, ces gypses salifères sont constamment placés entre l'éocène à Nummulites (calcaire grossier) et le tertiaire moyen, et qu'ils occupent par conséquent le niveau des gypses de Montmartre. On sait très-bien que, dans le voisinage des roches en amas, que ces roches soient du gypse, du sel gemme, des minerais de fer, la stratification des couches ne brille pas par une parfaite régularité ; mais une question d'irrégularité, quelque grande qu'on la suppose d'ailleurs, ne saurait être invoquée contre le fait de la stratification elle-même, quand celle-ci existe, et, dans tous les cas, ne pourrait conduire à des idées théoriques aussi audacieuses que celles qui font arriver à l'état de sublimation, ou à la manière des roches volcaniques, des roches telles que des calcaires, des dolomies, des gypses et des argiles.

Nous tenons donc comme parfaitement démontré que, dans

l'Algérie, *tous les gisements* de sel gemme sont essentiellement d'*origine sédimentaire* et qu'ils appartiennent *tous* à un même et unique étage qui est celui qui correspond à l'éocène supérieur ou au terrain à Fucoïdes, son équivalent. Voilà donc complètement justifiées et généralisées les conséquences que nous formulions en ces termes (1) : « On voit donc que, dans la province de Constantine, le terrain tertiaire inférieur ou éocène se compose de deux étages distincts, dont le premier se réfère aux sables du Soissonais, et le deuxième au calcaire grossier parisien. On voit, en outre, que les gisements salifères du Tell, dans cette même province, sont une dépendance du même terrain. »

Nous ajoutions que, sans vouloir préjuger en rien l'âge des autres gisements salifères de l'Algérie, nous croyions avoir de bonnes raisons pour affirmer que les sels gemmes y étaient véritablement une dépendance de l'étage éocène, reconnaissaient une origine neptunienne, et occupaient une position normale dans la série stratigraphique.

Ces conclusions étaient confirmées dans un travail plus récent (2), où je dis que, depuis la publication de mon ouvrage de 1862, les nouvelles données dont l'histoire des terrains tertiaires s'était enrichie me permettaient d'être plus affirmatif, et que je n'hésitais pas à voir dans les gypses salifères africains que j'avais décrits l'équivalent du gypse de Montmartre.

On connaît les rapports d'intime parenté qui existent entre les sels gemmes et les gypses. Ces derniers, à cause de leur solubilité moins grande dans les eaux qui les tiennent en dissolution, précipitent les premiers et sont souvent les seuls représentants des formations salifères dans les terrains d'origine marine. C'est ainsi que, dans le midi de la France, l'existence du sel dans les gypses de l'époque keupérienne n'est dévoilée que par quelques sources salées; mais, toutes les fois que se montre le chlorure de sodium, son satellite obligé est le gypse. Aussi, en Algérie, où les sulfates de chaux sont si abondamment répandus, on est presque certain que le plus grand nombre des gisements, grâce aux sources salées auxquelles ils donnent naissance, sont de la même époque que ceux des sels

(1) Coquand, *Description géologique et paléontol. de la région sud de la province de Constantine*, p. 143.

(2) Coquand, *Sur quelques points de la géologie de l'Algérie.* — *Bull. de la Soc. géol.*, t. XXIV, p. 388.

gemmes. A part quelques rares dépôts de gypse remontant à la période crétacée, mais non salifères, que j'ai eu l'occasion d'observer dans le Tell (je ne parle pas de ceux du Sahara), tous les autres sont éocènes, et je remarque qu'il en est de même dans les provinces d'Alger et d'Oran, comme le démontrent quelques citations que nous empruntons à l'ouvrage de M. Ville (1).

Le gypse d'Oued-Tallout (p. 34) est accompagné d'une roche doléritique que cet ingénieur considère comme ayant fait irruption aussi bien à travers le terrain crétacé qu'à travers le terrain quaternaire. Le gypse lui-même résulterait de la transformation du calcaire d'eau douce quaternaire par des vapeurs d'acide sulfurique. Mais, comme dans le fond de la vallée le gypse est associé à des marnes roses qui se couvrent d'efflorescences blanches de sel marin, et que les argiles du terrain tertiaire moyen apparaissent à 1,000 mètres d'un puits d'eau salée, sur les deux rives de l'Oued Tallout, il nous est permis, je crois, de considérer ce gypse salifère comme éocène, ainsi que le gypse de la Tafna inférieure, que M. Ville (p. 36) déclare s'enfoncer vers l'est et se cacher sous le terrain tertiaire moyen, et qu'à cause de sa stratification bien évidente il considère comme résultant de la transformation du calcaire tertiaire moyen par des vapeurs d'acide sulfurique, lors de l'apparition de la dolérite.

Le gypse du Djebel Souliah (p. 37) est recouvert par des terres calcaires d'un blanc jaunâtre qui appartiennent au terrain tertiaire moyen.

Les gisements gypseux du Marabout Sidi-Amor-el-Aïat, à 4 kilomètres S. E. d'Aïn-Temouchen (p. 38), sont salifères et également recouverts par le terrain tertiaire moyen.

Celui des environs de Sidi-Bel-Abbès (p. 40) est aussi en connexion avec le tertiaire moyen.

Le gypse stratifié de Tessala (p. 45) appartient probablement au terrain tertiaire moyen, dont il constitue *la base*. Il en est de même de celui de la ferme d'Arbal qui donne naissance à une source saline.

Nous aurions pu multiplier nos citations pour ainsi dire à l'infini et montrer par de nouveaux exemples les connexions intimes qui existent constamment entre les gisements de sel gemme et les gisements de gypse de la même époque, qui,

(1) Ville, *Notice minéralogique sur les provinces d'Oran et d'Alger*.

nous le répétons, sont presque toujours salifères. Nous nous contenterons de mentionner que M. Ville reconnaît à ces derniers deux natures différentes (p. 319) : « les uns sont associés à des roches d'origine éruptive et paraissent résulter de la transformation du carbonate de chaux en sulfate de chaux hydratée par l'action des vapeurs d'eau et d'acide sulfurique qui auraient accompagné les éruptions volcaniques. La *stratification* est souvent assez indistincte dans les gîtes de cette nature, ceux-ci ne constituant, en général, que des îlots très-restreints qu'une force expansive semble avoir poussés de bas en haut à travers les terrains stratifiés tertiaire et crétacé. Le plus souvent ces gîtes métamorphiques indiquent la zone de contact des terrains tertiaire et crétacé.

« La deuxième catégorie des gypses comprend ceux qui se présentent en couches régulières, épaisses, d'une étendue souvent considérable. Ces couches sont intercalées, sans aucune espèce de dérangement, au milieu des autres couches du terrain (argiles et calcaires). On ne voit dans leur voisinage aucune roche d'origine éruptive. Ces couches de gypse paraissent contemporaines des terrains stratifiés dans lesquels on les observe. »

Nous différons de l'opinion de M. Ville, en ce sens que nous n'admettons qu'une seule classe de gypses en Algérie, des gypses sédimentaires, tous contemporains des terrains qui les contiennent. L'association, sur quelques points, de roches plutoniques avec certains dépôts gypseux ne me paraît être qu'un cas fortuit, qui a pu influencer, il est vrai, sur leur dislocation, mais non point sur leur origine. Ainsi, l'éruption basaltique de Beaulieu, dans les environs d'Aix, qui a traversé le terrain gypseux, est postérieure à ce terrain et a été par conséquent sans influence sur la formation du sulfate de chaux.

Nous avons eu l'occasion d'observer des faits analogues dans nos voyages dans la chaîne des Carpathes, et nous avons démontré (1) que, dans la Moldavie, les dépôts de sel gemme et de gypse sont *incontestablement* éocènes et par conséquent du même âge que ceux de l'Algérie; et la preuve que ce phénomène de précipitation de chlorure de sodium à cette époque est un fait géologique général, c'est que les sources salines de l'Apennin Bolognais et Modenais, que le gisement de sel

(1) Coquand, Sur les gîtes de pétrole de la Valachie et de la Moldavie et sur l'âge des terrains qui les contiennent. — *Bull. Soc. géol.*, t. XXIV.

gemme de Lungro dans les Calabres, celui de Cardone dans les Pyrénées, que les sels gemmes de Pétralia et de Castrogiovanni en Sicile, que les gypses avec soufre et sel gemme de cette île, sont tous une dépendance du terrain à Fucoïdes, ou sont de l'âge des gypses de Montmartre. C'est à la même époque que se rapportent les bassins de roches de sel gemme avec marnes gypsifères décrits par M. de Tchihatchef dans la Paplagonie et le Pont (1), ainsi que les dépôts également salifères et gypsifères signalés dans le Kurdistan par M. Ainsworth (2).

On sait qu'il existe dans la région des Hauts-Plateaux une série de lacs salés connus sous le nom générique de Chott ou de Sebkhâ. La route de Constantine à Batna en traverse deux, le Sebkhâ Gharbia et le Sebkhâ Chergnia. Chaque année on y récolte du sel. Plus au sud s'échelonnent les Sebkhâ plus grands encore de Djendeli, d'Ank-Djemel, d'El-Guellif et d'El-Tharf qui sont les salines naturelles servant à l'approvisionnement des Arabes. Le lac Fetzara, près de Bône, reçoit un affluent salé, l'Oued Mèlah, qui emprunte au terrain à Fucoïdes qu'il traverse le chlorure de sodium dont il est imprégné. On peut citer aussi le Sebkhâ du K'essar chez les Kabyles de la rive droite du ruisseau de ce même nom, et le Sebkhâ-el-Saïda à l'ouest des montagnes de Bougie, dont la longueur, suivant M. Fournel, n'est pas moindre de 15 à 18 lieues (comme le lac de Genève), sur une largeur moyenne de 3 lieues. L'évaporation naturelle des eaux procure des masses de sel. Dans la même province de Constantine, soit dans les vastes plaines des Nemenchas, soit dans les contre-forts méridionaux du Djebel Chechâr, qui sont presque entièrement composés de marnes salifères éocènes, nous traversions des Sebkhâ desséchés, dont le fond, un peu vaseux, était tapissé de cristaux de sel et de cristaux de gypse.

La province d'Alger n'est pas moins riche en lacs salés. Le plus remarquable est sans contredit celui des Zharez qui se trouve entre le poste de Guelt-el-Settel et le poste du rocher de sel du Djebel Sahari. Le Zharez-Rharbi (occidental) n'a pas moins de 12 lieues de longueur sur 2 de largeur moyenne. En avril 1844, M. Fournel (3) le vit uniquement formé d'une immense croûte de sel dont la surface, polie comme une glace, avait produit de loin l'illusion complète d'une nappe d'eau.

(1) *Histoire des progrès de la géologie*, t. II, p. 964.

(2) *Histoire des progrès de la géologie*, t. III, p. 188.

(3) Fournel, *Sur les gisements de muriate de soude*, p. 23.

Cette croûte était de 0^m,70 vers les parties centrales du lac. Le Zharez-Chergui (oriental) a 36 kilomètres de long sur 14 de largeur moyenne (1). Son eau recouvre un dépôt de sel cristallisé en trémies.

D'après les calculs de MM. Fournel et Ville, la quantité de sel contenu dans le Zharez-Rharbi serait de 127 millions de mètres cubes, plus de 250 millions de tonnes, ou soit plus de 2 milliards et demi de quintaux métriques. Le Zharez-Chergui contiendrait 332 millions de tonnes de sel, ce qui fait pour les deux un total de 5 milliards et 882 millions de quintaux métriques. Le Zharez-Rharbi est alimenté par l'Oued Mèlah, qui prend sa source dans les environs de Djelfa, passe au pied de la montagne de sel et traverse des argiles salifères auxquelles il soutire la plus grande quantité du chlorure de sodium qu'il contient.

M. Ville a constaté qu'un kilogramme d'eau de l'Oued-Rharbi, de la densité de 1,2147, contenait 268 grammes de sels divers. M. Louis Lartet (2) a trouvé pour les eaux de la mer Morte, sur 1,000 parties, 27,078 de résidu salin pour celles recueillies à la surface, 262,648 pour celles recueillies à 120 mètres de profondeur, et 278,135 pour les eaux provenant d'une profondeur de 300 mètres. Les densités correspondantes sont 1,0216, 1,2225 et 1,2563. Cette simple comparaison indique déjà l'analogie qui existe entre la mer Morte et les lacs salins de l'Algérie. La seule différence que j'aperçoive entre eux ne consiste guère que dans une question de profondeur, laquelle entraîne comme conséquence la plus grande quantité de chlorures de magnésium et des bromures qui sont en dissolution dans le fond du lac Asphaltite.

Nous terminerons notre nomenclature des lacs salés par le Sebkhah Nahma, dans la province d'Oran, dont la salure est due aux eaux qui sortent du Djebel Mèlah qui en est voisin.

Tous les Sebkhah que nous venons de mentionner étaient primitivement d'eau douce; mais, comme les ruisseaux qui les alimentent traversent des terrains salifères et que pendant la saison d'été l'évaporation disperse une quantité d'eau plus consi-

(1) Ville, *Gîtes de sel en Algérie*, p. 358.

(2) Louis Lartet, Recherches sur les variations de salure de l'eau de la mer Morte en divers points de sa surface et à différentes profondeurs, ainsi que sur l'origine probable des sels qui entrent dans sa composition. — *Bull. de la Soc. géol.*, t. XXIII, p. 731.

dérable que celle qui leur est apportée pendant la saison d'hiver, il en résulte que ces lacs sont mis à sec sur la totalité ou la plus grande partie de leur surface, et que le sel cristallise en masses assez épaisses pour qu'on puisse les enlever au pic et à la pelle. Il serait donc illogique, pour expliquer la salure des Sebkhâ, de recourir à l'intervention de sources therminérales salines, liées à des phénomènes volcaniques et apportant avec elles de l'intérieur du globe le chlorure de sodium dont les lacs fermés sont chargés. Et cependant, quelle est la contrée plus riche en sources thermales, si ce n'est l'Algérie? On peut dire, d'une manière presque générale, que toutes les sources d'eau potable ou non y possèdent une température supérieure à la température moyenne des lieux d'où elles émergent, et, parmi ce grand nombre, à peine peut-on en citer deux ou trois qui soient vraiment salines, et encore avec un très-faible degré de salure, ce qui doit étonner, surtout dans une région où une très-vaste partie du terrain est occupée par des terrains salifères.

M. Ville²(1) a fait la remarque qu'il sort du terrain secondaire des sources remarquables par la pureté des eaux. Il annonce (p. 219) que les eaux du Tighaout sont limpides et d'un goût excellent, tant qu'elles n'ont traversé que des argiles schisteuses assez dures et des bancs de quartzite; qu'avant de pénétrer dans le terrain tertiaire moyen elles commencent à se troubler, parce qu'elles coulent sur des marnes schisteuses secondaires qui se désagrègent facilement, mais qu'elles deviennent complètement louches, dès qu'elles pénètrent dans les marnes tertiaires, où elles se chargent de matières salines. Le même auteur (p. 230), en décrivant la zone argileuse du terrain tertiaire gypsifère que l'Oued Tighaout traverse dans toute sa largeur, dit que ses divers affluents lui apportent une grande quantité de substances salines résultant du lavage des roches tertiaires. On remarque souvent, à la surface de ces dernières, des efflorescences blanches de sulfate de magnésie et de sel marin. Les eaux ont généralement un goût saumâtre et sont désignées parfois, par les Arabes, sous le nom d'Aïn-Mèlah (source salée).

Les analyses nombreuses qui ont été faites des eaux salées des Sebkhâ ont dévoilé tous les principes salins que l'on ren-

(1) Ville, *Notice minéralogique sur les provinces d'Oran et d'Alger*.

contre ordinairement dans les eaux de la mer. Jusqu'ici le brôme (1) seul n'y a point été signalé, probablement parce qu'on ne l'y a point recherché encore, ou parce que, pendant l'hiver, les eaux douces étant très-abondantes, ce corps ne s'y trouve qu'en quantités inappréciables et qui échappent à l'analyse, et que, pendant l'été, les Sebkhâ sont ordinairement à sec. Il conviendrait de se livrer à des recherches spéciales à ce sujet, et alors je conseillerais de puiser les échantillons d'expérimentation dans les cunettes où, pendant les mois chauds de l'année, se rassemble le peu d'eau qui échappe à l'évaporation. Mais ce ne serait pas sans danger qu'on pourrait s'aventurer au milieu des bancs liquides qui interdisent l'accès des dépressions du Chott où les eaux se réfugient.

Nous n'avons parlé jusqu'ici que des montagnes de sel gemme et des gîtes gypso-salifères que l'on rencontre dans le Tell et dont la position, comme nous l'avons vu, correspond à l'éocène supérieur. Nous avons expliqué que cette grande abondance de chlorure de sodium et de sulfate de chaux n'était point spéciale à l'Algérie seulement, mais bien à une foule d'autres contrées où l'horizon des gypses de Montmartre était également caractérisé par des sels et par des gypses. La salure des Sebkhâ et des Oued Mèlah était la conséquence du lavage des sels et des argiles salifères par les eaux atmosphériques.

Il existe aussi en Algérie un second niveau de gypses et d'argiles salifères correspondant à l'étage pliocène qui constitue le sol de quelques montagnes qui bordent le Sahara lui-même. On sait que ce terrain, considéré par M. Desor (2) comme un relai de mer, ne remonterait pas, d'après cet éminent géologue, au delà de la période de l'extension des glaciers. M. Ville le considère comme quaternaire, et, en attendant que son âge soit nettement fixé, il l'appelle *terrain saharien*. M. Dubocq (3) le rapporte à la partie supérieure du terrain tertiaire. C'est aussi mon opinion (4). L'examen des échantillons des terrains forés

(1) M. Brossard, qui a si bien décrit les terrains de la subdivision de Sétif et qui s'est livré à de nombreuses recherches sur le Chott du Hodna, m'a assuré que la présence du brôme avait été positivement reconnue dans les eaux de ce lac.

(2) Desor, *Le Sahara, ses différents types de déserts et d'oasis*.

(3) Dubocq, *Constitution géologique des Zibân et de l'Oued R'ir*, p. 75.

(4) Coquand, *Description minér. et pal. de la région sud de la province de Constantine*.

dans les puits du Sahara conduit M. Tissot (1) à rapporter à l'étage pliocène presque toutes les nappes qui ont donné des eaux si abondantes dans un grand nombre d'oasis.

Suivant M. Dubocq, le relief de cette formation s'abaisse depuis Biskr'a, élevé de 111 mètres au-dessus du niveau de la mer, jusqu'au Chott-Melr'ir, où il n'est que de 28 mètres; il se relève ensuite, présente une hauteur de 54 mètres à Tuggurth, et se continue par une série de plaines et de collines jusqu'à Ouargla, où le pliocène s'appuie sur la formation secondaire. Ce bassin fermé qui paraît s'étendre, à l'est, jusqu'au bord de la mer, se compose d'assises horizontales ou très-peu inclinées, formées par la même succession de bancs de marnes, de gypses, de calcaires, d'argiles et de grès, avec bancs de poulingues intercalés.

Je ne pense pas qu'aucun observateur ait signalé jusqu'à présent l'existence du sel gemme dans la plaine saharienne des possessions françaises; mais le chlorure de sodium ne s'y trouve pas moins répandu en très-grande abondance, car il imprègne les sables, les gypses et les argiles du terrain tertiaire, à la surface duquel se montrent partout des efflorescences salines, et où les tamarins poussent aussi avec une grande vigueur. Les eaux du Sahara sont presque toutes saumâtres.

Le gypse se trouve presque partout. Le sondage de Tuggurth a indiqué un banc de 20 mètres 35 centimètres, celui de Bard'ad une épaisseur de 27 mètres 42 centimètres. D'ailleurs, dans les sentiers suivis par les caravanes, on recoupe à chaque pas des bancs de gypse blanc qui constituent un sol dallé et uni sur des espaces quelquefois très-considérables. Les parties basses du Sahara et surtout les dépressions qui existent au-dessous du niveau de la mer sont occupées par des Chott dont le plus étendu est le Chott Melr'ir, dans lequel se réunissent toutes les eaux des Zibân et de l'Oued Djedi. Il constitue un bassin fermé et séparé de la mer actuelle. Le vaste marais salé qui occupe le fond de ce bassin se continue, suivant M. Dubocq, du 4° au 7° degré de longitude est, jusqu'à 70 kilomètres du golfe de Gabès, en traversant les oasis du Bled-el-Djerid et du Nifzaoua, et sa hauteur montre qu'il ne pouvait communiquer autrefois avec la mer. On ne rencontre, au reste, toujours d'après le même observateur, sur les bords du lac Melr'ir et

(1) *Forages artésiens exécutés dans la province de Constantine*, p. 50; 1864.

sur les terrains qui s'étendent du lac central au pied des montagnes, aucune laisse de mer qui puisse faire supposer que l'estuaire de ce marais ait été oblitéré, depuis les temps historiques, par les collines de sable qui bordent le golfe de Gabès, et que l'évaporation solaire ait épuisé successivement les eaux de cette mer intérieure. La salure des eaux du Chott qui le couvre, après la saison des pluies, d'une croûte d'efflorescences, ne peut également être invoquée; on doit l'attribuer au dépôt de matières salines dont les eaux se chargent dans leur parcours et qu'elles abandonnent ensuite, lorsqu'elles sont absorbées par les rayons solaires, ainsi qu'on l'observe pour tous les bassins fermés de l'Algérie.

Il est juste, toutefois, de faire remarquer ici, que depuis la visite de M. Dubocq on a découvert, dans les terrains qui entourent le Chott Melr'ir, de nombreux exemplaires du *Cardium edule*, et que M. Desor a tiré de la présence de cette coquille, qu'il considère comme spéciale aux eaux saumâtres, la conséquence que le Sahara était occupé tout récemment encore par une mer que des affluents d'eau douce ont dessalée peu à peu. Nous avons dû indiquer (1) que *Cardium edule* était, avant tout, la coquille caractéristique par excellence de tous les terrains pliocènes connus, que son analogue vivait aujourd'hui dans l'étang de Lavalduc, près des Martigues, dont le degré de concentration des eaux variait, suivant les saisons, de 13 à 22°, étang qui peut être comparé au Chott Melr'ir, dont le fond est constamment recouvert d'une croûte de sel assez considérable, et que l'abondance du gypse et des argiles salifères dans toute l'étendue du Sahara fournissait des arguments diamétralement opposés à la thèse soutenue par M. Desor. Il est évident que, si la mer saharienne s'était dessalée par suite de l'invasion d'une quantité extraordinaire d'eau douce, le gypse et le sel, loin de se précipiter d'eux-mêmes, ce qui n'arrive que lorsque les eaux sont parvenues à la limite extrême de saturation, seraient restés, au contraire, en dissolution dans ces mêmes eaux allongées.

Quoi qu'il en soit de ces diverses questions relatives à l'âge du terrain du Sahara, nous voyons que l'existence de lacs salés liée à la présence du chlorure de sodium dans ce terrain, ainsi que nous l'avons vu pour le Tell, et que les Chott des Hauts-

(1) Coquand, *Sur quelques points de la géol. de l'Algérie.*

Plateaux, comme ceux du Désert, sont dus à une cause identique; seulement, dans les premiers, les bancs qui livrent le chlorure de sodium aux eaux douces sont éocènes, tandis qu'ils sont pliocènes dans le second.

Cette théorie, qu'il me paraît bien difficile de contester, s'applique également aux lacs salés que l'on a signalés sur d'autres points du globe.

Ainsi, le lac Urmiah, dans l'Arménie, qui a 200 lieues carrées de surface et dont les eaux contiennent 22,3 pour cent de matières salines, était considéré par M. Dubois comme un des fragments de la mer antique, une petite Méditerranée plus ou moins salée, qui aurait été soulevée avec les montagnes de l'Arménie. Or, son grand degré de salure est expliqué bien plus naturellement par les masses immenses de sel que renferment les montagnes dans le voisinage du lac.

Le lac Elton est à 7 mètres 80 au-dessous du niveau de la mer Noire, et il renferme 29,13 pour cent de matières salines. M. de Verneuil fait observer avec raison qu'il est situé sur le zechstein, dans lequel on rencontre fréquemment le sel gemme.

M. Frémont a décrit les bords salés du lac Utah, placé à 1,280 mètres au-dessus du niveau de l'océan Pacifique, dans les montagnes Rocheuses, et il attribue la salure de ses eaux à des bancs de sel très-considérables que l'on observe au sud.

La salure de la Caspienne, ou du moins des nombreux lacs salés qui l'entourent, n'a pas, suivant moi, d'autre origine.

Hommaire de Hell ne voyait dans ces lacs que des relais de mer et dans la dépression de la Caspienne qu'un abaissement de son niveau par suite d'une évaporation rapide après sa séparation de la mer Noire. Mais la salure de cet immense lac, primitivement d'eau douce, trouverait une explication plus scientifique dans l'existence et dans la dissolution successive de bancs de sel gemme de son voisinage; or, d'après M. Felker, la rive orientale de la Caspienne, à partir de Karrassou et en remontant vers le nord, est couverte de lacs salés. Le sel gemme est exploité dans l'île de Tchéliken et dans la presqu'île de Dardjey. L'île d'Ogourtchiaski, une des plus étendues de cette mer intérieure, renferme une couche de sel.

Tous les lacs salés que j'ai eu occasion d'étudier dans la Moldavie et dans la Valachie empruntent journallement leur chlorure de sodium aux sels en roche ou aux argiles salifères qui

leur sont subordonnées. Les lacs salés exploités des bords de la mer Noire sont absolument dans la même catégorie.

On sait que M. Bertou et d'autres observateurs après lui ont vu l'unique source de la salure de la mer Morte dans les montagnes de sel que l'on observe dans son voisinage. M. Louis Lartet, qui nous a donné sur la constitution géologique du lac Asphaltite et sur ce lac lui-même des détails si intéressants et si instructifs, a parfaitement établi, d'accord en cela avec beaucoup d'auteurs recommandables, que la mer Morte n'a jamais pu communiquer anciennement, ni avec la Méditerranée, ni avec la mer Rouge, et qu'elle n'a été, dès l'origine, qu'un réservoir d'eaux atmosphériques dont la salure empruntée à des circonstances environnantes s'est de plus en plus accrue sous l'influence d'une immense évaporation (1).

L'auteur comprend dans ces circonstances environnantes deux causes qui peuvent influencer sur la salure du lac, une, secondaire, se rattachant au voisinage du Djebel Mèlah, et l'autre, plus importante, liée à l'existence de sources salées anciennes et disparues, et dont celle d'Emmaüs ne serait qu'un représentant affaibli. Ces sources, dont la réalité est loin d'être démontrée, en connexion d'origine avec les phénomènes volcaniques dont le sol de la Palestine et de la Syrie a été autrefois le théâtre, ont dû acquérir une énergie et une richesse salifère dont celles d'entre elles qui n'ont pas disparu à la suite de cette crise souterraine ne nous ont conservé qu'une faible image (2).

Les eaux d'Emmaüs contiennent de 1,731 à 2,132 de chlorure de sodium et de potassium; de plus, M. Anderson y a découvert le brôme, mais en trop petite quantité pour pouvoir le doser; or, comme dans la mer Morte le brôme atteint le chiffre de 7 grammes, 093 par kilogramme d'eau, M. Louis Lartet tire de cette analogie de composition la conséquence que la salure du lac était plutôt due au chlorure de sodium apporté par des courants salino-thermaux qu'aux masses de sel du Djebel Usdoum dans lequel l'analyse n'a point signalé du brôme.

Il sera permis de faire remarquer que l'existence du sel dans une source qui traverse des terrains éminemment salifères n'a

(1) Louis Lartet, Formation du bassin de la mer Morte et changements survenus dans le niveau de ce lac. — *Bull. de la Soc. géol.*, t. XXII, p. 463.

(2) Louis Lartet, *Recherches sur les variations de salure de l'eau de la mer Morte*, etc., p. 766.

rien qui doive étonner beaucoup; on en cite quelques-unes en Afrique. Seulement, il s'agirait de préciser au juste si ce sel est emprunté aux réservoirs intérieurs du globe, ou bien aux couches des terrains traversés. Je comprendrais à la rigueur que, si, sur les bords de la mer Morte, il n'existait pas des dépôts de sel gemme et de vastes terrains argileux imprégnés de chlorure de sodium, dont la dissolution ou le lavage, pendant un nombre indéfini de siècles que la géologie est incapable de supputer, mais qui, dans tous les cas, remonte bien au delà de la chronologie mosaïque, ont eu pour résultat d'apporter un tribut continuél d'eaux salées au lac, je comprendrais, dis-je, qu'à l'aide d'idées théoriques on pût recourir à l'intervention de sources salées. On a constaté la présence du brôme dans presque toutes les eaux salées provenant des gisements de sel gemme des marnes irisées; or, si les sels gemmes et les gypses stratifiés du keuper sont contemporains des couches qui les renferment, d'origine simplement neptunienne, ainsi que le démontre leur alternance avec des bancs fossilifères, et comme cela est démontré également à mes yeux pour les sels gemmes des Carpathes et de l'Algérie, il me paraît inutile de recourir à des phénomènes de sublimation ou à l'intervention de sources thermo-salino-brômurées pour expliquer l'existence du sel et des autres substances qui se trouvaient déjà dans les mers au fond desquelles le trias a été déposé. C'est comme si on arguait aujourd'hui de la présence du brôme dans les eaux concentrées des étangs fermés de Lavalduc et de Citis, dans le département des Bouches-du-Rhône, et au fond desquels le sel et le gypse se déposent spontanément pendant les années de grande sécheresse, pour refuser à ce sel une origine simplement neptunienne, et admettre que la salure et le brôme de ces étangs sont dus à des sources salines, opinion qui a été émise d'ailleurs, mais qui n'a pas même besoin d'être réfutée.

Le Chott Melr'ir dont, d'après les dernières recherches de M. Henri Duvycrrier, la surface est bien autrement grande que la mer Morte, et les Zahrez dont le fond est tapissé aussi d'une croûte de sel cristallisé, ne doivent leur salure qu'au lessivage des terres salées que parcourent les eaux qui les alimentent. Le brôme existait, d'après M. Brossard, dans le Sebkha du Hodna qui est plus grand que le lac de Genève. Il ne voit pas dès lors en quoi la mer Morte, au point de vue de la salure de ses eaux et de l'origine de cette salure, différerait des Chott et des Sebkha de l'Algérie.

J'ajoute que je trouve un motif de rapprochement de plus dans l'identité des terrains que l'on a signalés en Afrique et dans la Palestine. Les *Heterodiadema libycum*, *Holectypus serialis* et *Ostrea flabellata*, trouvés dans le bassin du lac Asphaltite, indiquent l'horizon carentonien des environs de Batna et de Tébessa. Les *Ostrea Matheroniana* et *O. Fourneti*, Coquand, recueillies par M. le docteur Perron dans le désert de l'Arabat, y annoncent la craie supérieure, telle qu'elle existe en Algérie, et c'est elle, d'après M. Louis Lartet, qui supporte les calcaires éocènes.

C'est à la partie supérieure des calcaires crétacés qu'il place les bancs gypseux salifères et bitumineux des bords de la mer Morte, et notamment les couches puissantes de sel et de gypse du Djebel-Usdoum et de Zouwerirah-el-Foka (1).

Si le sel, le gypse et les bitumes reposent au-dessus des couches dordoniennes qui constituent le terme le plus élevé de la formation crétacée, je ne vois plus la possibilité de les introduire ailleurs que dans le terrain tertiaire, et alors ils deviennent éocènes comme ceux de l'Algérie, des Carpathes, de la Sicile, de la Calabre, de Cardona, etc.; c'est d'ailleurs ce que semble reconnaître implicitement M. Lartet lui-même (2), en admettant que c'est à peu près à ce même niveau que se trouvent dans l'Afrique française les bancs de sel et de gypse, ainsi que les bancs salifères de l'Arménie et de la Perse, dont l'âge éocène me paraît avoir été si nettement démontré par MM. de Tchihatchef et d'Archiac.

En résumé donc : 1° les gisements de sel gemme en Algérie sont d'origine sédimentaire et appartiennent tous à la période éocène supérieure, et sont par conséquent du même âge que ceux des Carpathes, de la Sicile, de la Calabre, de la Perse et de l'Arménie.

2° La salure des Oued-Mèlah, des Chott et des Sebkhah est due à la dissolution du sel gemme et au lessivage des terrains salifères.

3° Il existe deux terrains salifères en Algérie : celui du Tell qui est éocène et celui du Sahara qui est pliocène.

4° Les divers lacs salés (bords de la Caspienne et de la mer Noire, lacs de Valachie, lac Urmiah, lac Van, lac Elton, mer Morte) sont des Sebkhah analogues à ceux de l'Algérie.

(1) Louis Lartet, *Formation du bassin de la mer Morte*, etc., p. 444.

(2) Louis Lartet, *Loc. cit.*, p. 444, note 3.

5° Les lacs fermés des Bouches-du-Rhône ne sont pas des Sebka; ce sont des portions détachées de la Méditerranée par un cordon littoral, dont la salure et le niveau inférieur à celui de la mer sont dus à une évaporation rapide de leurs eaux, et offrant la continuation des phénomènes qui ont donné naissance aux sels gemmes des marnes irisées et des terrains tertiaires.

M. Simonin fait la communication suivante :

Sur les mines d'or et d'argent du Colorado; par M. L. Simonin.

Je suis allé récemment visiter les mines d'or et d'argent du Colorado.

Arrivé à New-York après neuf jours et demi de traversée, j'ai rejoint dans le *Far-West* le chemin de fer du Pacifique, qui m'a conduit à 190 milles des mines. Ce dernier trajet s'est effectué sans encombre à travers des tribus sauvages et hostiles.

A diverses reprises, des savants avaient parcouru la chaîne des montagnes Rocheuses sans faire la découverte d'aucun filon, lorsqu'en 1858-59 des pionniers découvrirent l'or dans des placers, vers les sources de l'Arkansas. La nouvelle de cette découverte se répandit rapidement, et les mineurs arrivèrent en foule. Un de ces mineurs, entrant dans les défilés des montagnes, y découvrit le fameux filon qui porte son nom, Gregory.

Dans cette partie des montagnes Rocheuses et dans tout le Colorado, l'or existe dans des filons quartzeux, généralement orientés du N. E. au S. O. Ces filons sont compris entre des schistes métamorphiques anciens. Le noyau des montagnes Rocheuses est granitique.

Les pionniers viurent bientôt s'installer dans ces gorges sauvages et y trouvèrent un grand nombre de gisements importants.

La loi américaine concernant l'exploitation des mines accorde au mineur qui a découvert un filon la propriété souterraine sur 3,000 pieds de longueur, et seulement 1,500 pieds si l'exploitant n'a pas découvert la veine métallifère.

Il existe une différence capitale sous ce rapport entre les lois américaine et française, cette dernière ne permettant l'exploitation que souvent très-longtemps après la demande en con-

cession. L'instruction de cette demande donne lieu à des enquêtes très-longues, très-minutieuses, et qui souvent durent plusieurs années.

On peut attribuer en grande partie aux lois libérales américaines le développement considérable de l'industrie minière, qui progresse tous les jours davantage dans le *Far-West*, les chercheurs y étant de plus en plus nombreux.

J'ai recueilli partout dans les mines du Colorado des échantillons des filons que j'ai visités, et les essais par voie sèche m'ont toujours dévoilé la présence de l'or.

Tout le versant oriental des montagnes Rocheuses est aurifère, et à Gregory on a pu recueillir jusqu'à 20 et 30,000 fr. d'or par tonne de minerai traité. Ces rendements, il est vrai, sont tout à fait exceptionnels.

Dans le Colorado les difficultés de traitement métallurgique sont quelquefois telles qu'on ne retire souvent que le tiers ou le quart de l'or contenu dans le minerai.

On n'arrive dans aucun cas à en retirer la totalité. Dans ces minerais l'or est toujours combiné avec des sulfures métalliques, galène, pyrite de fer, de cuivre, blende, etc., tandis qu'en Californie il se trouve généralement à l'état natif disséminé dans une gangue quartzeuse.

Il paraît que tous les procédés essayés n'ont donné jusqu'ici aucun bon résultat. Il reste donc une découverte importante à faire, permettant de retirer la totalité de l'or contenu dans les minerais.

Voici les deux principaux procédés dont on fait usage actuellement dans le Colorado :

1° On broie le minerai en poudre impalpable, puis on traite par le mercure, qui dissout tout l'or libre, qu'on extrait ensuite par la distillation.

Ce procédé ne permet d'extraire que le quart de l'or contenu dans le minerai, quand le minerai n'est composé que de sulfures.

2° On soumet le minerai à un grillage à *mort*, soit dans des fours à réverbère, soit dans des fours tournants.

La matière grillée est traitée par le mercure ou est fondue. Dans ce dernier cas, on obtient des mattes qui sont envoyées à Swansea (pays de Galles) pour être travaillées par des procédés tenus secrets.

Le transport de ces mattes revient à un prix très-élevé (1 franc par kilogramme). Il faut donc qu'elles soient très-riches.

Le Colorado possède aussi des mines d'argent importantes, dont on traite le minerai par les procédés de chloruration allemande, par la fusion et la coupellation, quand ce sont des galènes argentifères.

Tout le versant occidental des montagnes Rocheuses contient des filons argentifères, qui sont la continuation de ceux que l'on rencontre au Mexique. En quittant ce dernier pays, la ligne métallifère se bifurque en deux, l'une se dirigeant vers la Sierra-Nevada, l'autre vers les montagnes Rocheuses.

Au Colorado l'on rencontrera probablement le parallèle du célèbre filon de Comstock fouillé à Nevada.

L'exploitation de ces filons est conduite comme celle des mines anglaises. Les procédés employés n'offrent rien de particulier. Pour se débarrasser des eaux, on emploie des galeries d'écoulement ou des pompes.

La plus grande difficulté que l'on rencontre dans le travail souterrain tient à la grande élévation des affleurements.

Les mines d'or se trouvent généralement situées de 2,000 à 3,000 mètres d'altitude, et les mines d'argent à des altitudes encore plus considérables, 3,000 à 3,500 mètres. Les neiges, à ces hauteurs, coupent pendant plusieurs mois toute communication avec les vallées, et les mineurs passent généralement l'hiver dans les montagnes.

L'exploitation des mines d'or et d'argent de ces contrées est appelée à coloniser un pays immense. Les Peaux-Rouges sont refoulés peu à peu vers des cantonnements ou lieux de *réserves* que le gouvernement leur assigne. Cependant plusieurs tribus résistent et refusent de signer aucun traité avec les blancs.

Les États-Unis produisent maintenant autant d'or que toutes les autres contrées du globe; et la production en argent des mines de Nevada est aussi grande que celle de toute l'Amérique espagnole.

Pendant la guerre de sécession, la production totale a été de 5 à 600 millions d'or et d'argent; en 1867, de 400 millions seulement. Ce ralentissement dans la production tient aux luttes continuelles que les colons ont eues à soutenir contre les tribus sauvages et aux difficultés des traitements métallurgiques qui ont arrêté l'essor de beaucoup d'exploitations.

La production d'or de la Californie va constamment en diminuant depuis quelques années. Celle du Colorado et d'autres territoires (l'Idaho, le Montana, etc.) vient de rétablir l'équilibre.

Il n'est peut-être pas sans intérêt de rappeler ici les dernières paroles prononcées par le Président Lincoln au sujet des mines de métaux précieux du grand Ouest américain : « *Les États-Unis sont le trésor du globe.* »

Il est juste aussi de remarquer en finissant que c'est le Colorado qui, à l'Exposition internationale de 1867, à Paris, a remporté une des grandes médailles d'or données aux produits minéraux.

Cette communication amène quelques observations de M. Marcou, qui dessine sur le tableau une coupe géologique des montagnes Rocheuses prise par 35° de latitude septentrionale.

M. Tombeck fait les deux communications suivantes :

Note sur le terrain portlandien de la Haute-Marne ;
par M. Tombeck.

Dans la note que j'ai eu l'honneur de présenter à la Société dans la séance du 17 janvier 1867, à propos du travail de M. Pellat sur les terrains portlandiens du Boulonnais, j'établissais, ainsi que M. Pellat l'avait avancé lui-même :

1° Que le terrain portlandien inférieur de la Haute-Marne (calcaires lithographiques, marnes et calcaires compactes) correspond, par l'ensemble aussi bien que par la succession de ses fossiles, à la partie inférieure du portlandien de Boulogne (couches à *Ammonites gigas* et à *Trigonia Pellati*);

2° Que le portlandien moyen de la Haute-Marne (calcaires cariés, calcaires gris verdâtres inférieurs et calcaires tubuleux) représente au point de vue stratigraphique comme au point de vue paléontologique, la partie supérieure du portlandien inférieur de Boulogne (niveau de Terlinchthun, couches à *Natica Marcousana*);

3° Enfin, que le portlandien supérieur de la Haute-Marne (oolithe vacuolaire et bancs verts supérieurs) où les fossiles sont rares, sinon comme échantillons, au moins comme espèces, correspond probablement au portlandien supérieur de Boulogne, bien que M. Hébert et M. de Loriol inclinent à y voir le représentant des Purbeck-beds.

Il résulte de là que le portlandien moyen de Boulogne et peut-être le portlandien supérieur manqueraient complètement

dans l'Est, ou n'y auraient pour équivalents que des roches variables de constitution et d'aspect, et absolument sans fossiles.

A ces premières indications je dois ajouter que, depuis ma note, j'ai pu, sur plusieurs points, et notamment entre Dommartin-le-Franc et Morancourt, constater immédiatement au-dessus des calcaires tubuleux, une couche de 50 centimètres de conglomérat, ou mieux de véritables cailloux roulés, surmontée d'une couche de même épaisseur de détritiques de coquilles tout à fait indéterminables. A Sommelonne, au contraire, le premier banc d'oolithe vacuolaire repose immédiatement sur le calcaire tubuleux, tandis qu'à Wassy et à Roche-sur-Marne, entre le calcaire tubuleux et l'oolithe vacuolaire, on trouve une assez grande épaisseur de couches ou compactes ou schistoïdes, ou même cristallines. — Il y a donc là la preuve, sinon d'une émergence complète du sol de la Haute-Marne après le dépôt du calcaire tubuleux, au moins d'une interruption dans les dépôts réguliers et de mouvements désordonnés des eaux. On s'explique ainsi que, tandis que la faune portlandienne continuait son évolution dans le Boulonnais, elle avait déjà cessé d'exister dans l'Est, et de là la lacune signalée dans cette dernière région.

On voit aussi par là, que c'est bien au-dessus du calcaire tubuleux que l'on doit arrêter le portlandien moyen dans l'est de la France, contrairement à l'opinion de MM. Buvignier et Cornuel, qui rattachaient cette assise à l'oolithe vacuolaire et aux bancs verts supérieurs; et cela concorde avec cet autre fait déjà signalé dans ma première note, que les calcaires tubuleux et les bancs verts inférieurs se relient bien plus par leurs fossiles aux couches sous-jacentes qu'à l'oolithe vacuolaire et aux bancs verts supérieurs.

J'ajouterai encore que si, d'ordinaire, on ne trouve dans l'oolithe et les couches où elle est intercalée que les six fossiles décrits par M. Cornuel, *Cyrena fossulata*, *Mytilus subreniformis*, *Avicula subrhomboidalis*, *Pholadomya parvula*, etc., dans une course récente il m'a été donné d'y recueillir avec la *Cyprina fossulata*, un grand Mytilé, une Trigonie, un Cérithé, une Naticé. Si l'on y joint l'*Ostrea spiralis* et la *Gervillia linearis*, que j'ai déjà citées dans ma première note, et les fossiles marins que cite M. Buvignier, il faudra bien admettre que les couches de ce niveau sont un dépôt franchement marin, et qu'il n'est guère possible de les assimiler au Purbeck.

Note sur les terrains coralliens et kimmériens de la Haute-Marne; par M. Tombeck.

Les terrains kimmériens et coralliens de la Haute-Marne sont connus par deux notes de M. E. Royer, présentées à la Société en 1845 et 1851, par les comptes rendus de la réunion extraordinaire tenue aux environs de Joinville, en 1856, et enfin par la notice explicative de la carte géologique de la Haute-Marne de MM. Royer et Barotte.

Mais d'une part les notes de M. Royer, quant à la partie purement descriptive, sont très-succinctes, et les listes de fossiles qu'elles donnent sont déjà anciennes. D'autre part, l'étude de la Société en 1856 a été forcément locale et restreinte, et les fossiles indiqués au compte rendu pour chaque niveau sont trop peu nombreux pour permettre aucune comparaison avec d'autres contrées. De plus, la Société n'a pas étendu son étude au terrain kimmérien.

Quant à la notice qui accompagne la carte géologique de MM. Royer et Barotte, elle est aussi très-succincte, et ne donne aucune liste de fossiles.

J'ai donc cru opportun, à l'instant où MM. Pellat et Michelot viennent de faire à la Société leurs communications si intéressantes sur les terrains coralliens du Boulonnais, de rapprocher de leurs descriptions celle du terrain corallien de la Haute-Marne, qui, ainsi que l'a déjà remarqué M. Pellat, a avec celui du Boulonnais de si grandes affinités.

J'y ai joint la description du terrain kimmérien, en sorte que cette note est la suite et le complément de ma note du 17 janvier 1867.

ÉTAGE CORALLIEN.

L'étage corallien se décompose dans la Haute-Marne en quatre sous-étages distincts : 1° les couches à *Cidaris florigemma*; 2° l'oolithe de Doulaincourt; 3° le Corallien compacte; 4° enfin l'oolithe de Lamothe-en-Blaizy.

1° Couches à *Cidaris florigemma*. — Elles sont formées de calcaires grumeleux grisâtres, que le temps seul et les agents atmosphériques parviennent à désagréger, et qui deviennent plus ou moins marneux à la base. On les voit s'élever sur les marnes oxfordiennes à *Ostrea dilatata*, à Roche-sur-Rognon,

Briaucourt, Chassigny, etc. Ces calcaires grumeleux, qui forment par places des escarpements au-dessus des côtes qu'ils surmontent, ne peuvent être mieux comparés qu'à d'anciens récifs où abondent les polypiers, les oursius, les brachiopodes, les Encrines, etc., et où, en revanche, on ne trouve aucune trace de céphalopodes. Les principaux fossiles de ce niveau sont :

<i>Pecten subarticulatus</i> (d'Orb.)		<i>Terebratula Richardiana</i> (d'Orb.)
— <i>Moreanus</i> (Buv.)		<i>Glypticus hieroglyphicus</i> .
<i>Waldheimia delemontiana</i> (Opp.)		<i>Cidaris florigemma</i> .
<i>Megerlia pectunculus</i> , <i>Megerlia Fleuriausana</i> .		<i>Pseudodiadema subungulatum</i> .
<i>Rhynchonella inconstans</i> (d'Orb.)		<i>Hemicidaris crenularis</i> (Ag.)
<i>Terebratula insignis</i> (Schub.)		<i>Stomechinus lineatus</i> , etc.

L'épaisseur des calcaires grumeleux dépasse 40 mètres sur certains points.

2° *Oolithe de Doulaincourt*. — Cette oolithe, d'un blanc crayeux et d'une stratification confuse comme il convient à un dépôt littoral, est tantôt à grain fin et serré, et alors elle est exploitée comme pierre de taille; tantôt les grains qui la composent sont gros et irréguliers, et, sans leur nature pisolithique, on les prendrait pour des cailloux roulés; tantôt enfin les Dicérates et autres fossiles y sont tellement abondants que la masse en est en quelque sorte pétrie tout entière. Les localités les plus belles pour l'étude de ce niveau sont les falaises qui bordent la route de Doulaincourt à Andelot, de part et d'autre de Doulaincourt. On peut aussi l'étudier dans la falaise de Bettaincourt et à la ferme du Heu.

A Bettaincourt, ses assises supérieures alternent avec des bancs plus ou moins épais de calcaires compactes régulièrement stratifiés, et elles s'y terminent par un lit d'oolithe grossière, de 1 mètre d'épaisseur, pétrie de Cérithes, et que M. Hébert, qui l'a étudiée, compare à la couche à gastéropodes de Saint-Mihiel.

L'épaisseur totale de l'oolithe de Doulaincourt peut, sur certains points, aller jusqu'à 80 mètres. Parmi les nombreux fossiles qu'on y trouve, je citerai :

<i>Nerita canalifera</i> (Buv.)		— <i>Crithea</i> (d'Orb.)
<i>Natica hemisphærica</i> (d'Orb.)		<i>Chemnitzia Cæcilia</i> (d'Orb.)
<i>Nerinea contorta</i> (Buv.)		<i>Purpura Morena</i> (d'Orb.)
— <i>castor</i> (d'Orb.)		<i>Acteonina Dormoisiana</i> (d'Orb.)
— <i>depressa</i> (d'Orb.)		<i>Diceras arietina</i> (Lamk.)

Diceras sinistra (Desh.)

Mytilus petasus (d'Orb.)

Ostrea solitaria (Sow.)

Cardium corallinum (Buv.)

Cardium septiferum (Buv.)

Terebratula insignis (Schub.)

Cidaris florigemna.

Hemicidaris crenularis (Ag.)

Et de nombreuses espèces de polypiers.

Les deux étages que je viens de décrire ne sont pas constants. Déjà à Vouécourt, à peu de distance du point où l'oolithe a son développement maximum, elle est considérablement réduite, et, sur l'autre rive de la Marne, l'oolithe et les calcaires à *Cidaris florigemna* manquent complètement. Il en est de même dans tout l'ouest du département.

Je dois ajouter que M. Royer, dans ses notes précédemment citées, décrit une marne bleuâtre sans fossiles qu'il donne comme synchronique de la couche à *Cidaris florigemna* et de l'oolithe de Doulaincourt. — Cette même marne est désignée dans la carte géologique de la Haute-Marne de MM. Royer et Barotte sous le nom de *corallien marneux*, et indiquée comme supérieure à l'oolithe.

J'ai vu le *corallien marneux* sur plusieurs points, et notamment dans le chemin creux qui mène de Vouécourt à la ferme du Heu. Là, tandis que dans la partie supérieure du ravin on voit le corallien compacte, que nous décrirons plus loin, présenter à peine quelques lits de marne calcaire, et alterner à sa base avec les dernières couches de l'oolithe corallienne, dans la région ouest du ravin, au-dessus des vignes du village, on voit le même corallien compacte se transformer à sa base en une véritable marne bleue, où les fossiles sont rares, et qui n'est autre chose que le corallien marneux de MM. Royer et Barotte. — Ces marnes reposent elles-mêmes sur l'oolithe corallienne. On doit donc les regarder, non comme l'équivalent de l'oolithe et des couches à *Cidaris florigemna*, ainsi que le pensait d'abord M. Royer, mais comme une modification latérale, un simple faciès marneux du *corallien compacte*.

Cependant dans les régions où l'oolithe et les couches à *Cidaris florigemna* manquent complètement, à Maranville, par exemple, à Villars, etc., peut-être ne serait-il pas téméraire d'admettre que les marnes se déposaient déjà, quand ces couches se déposaient ailleurs. Ces marnes, ou plutôt leurs premières assises, représenteraient alors le dépôt effectué dans la haute-mer dont la couche à *Cidaris florigemna* et l'oolithe constitueraient le dépôt littoral.

3° *Corallien compacte*. — Ce sous-étage qui est la partie con-

stante du corallien de la Haute-Marne est composé d'assises très-variées. Tantôt il est formé de calcaires grisâtres ou jaunâtres, presque lithographiques comme à Saucourt, d'autres fois, ces calcaires deviennent marneux et friables comme à Vouécourt et à Villers-sur-Marne, et alors ils sont pétris de fossiles. A plusieurs niveaux on y trouve des bancs de calcaire suboolithique, et parmi ces derniers il faut citer un banc très-constant d'oolithe roussâtre qui en occupe la partie moyenne, et que MM. Royer et Barotte ont appelé l'oolithe de Saucourt. Enfin, on y trouve parfois des bancs de marne schistoïde. — L'épaisseur de toutes ces couches, sur certains points, dépasse 50 mètres.

Ce qui distingue surtout les fossiles de ce niveau, c'est leur aspect kimmérien. Pourtant, avec un peu d'attention on arrive à reconnaître qu'ils diffèrent des fossiles analogues de l'étage kimmérien.

Ainsi, une grande Céromye, voisine de la *Ceromya excentrica*, en diffère en ce que ses côtes sont plus serrées et présentent un sinus qui n'existe pas dans l'autre.

Une Céromye plus petite rappelle la *Ceromya obovata*, mais s'en distingue par ses crochets plus longs et plus recourbés, et par sa forme moins globuleuse.

Un Mytile voisin du *Mytilus Medus*, en diffère en ce qu'il est moins long et plus recourbé; ses ornements présentent d'ailleurs des différences notables. Il se rapproche bien plus d'un grand Mytile plissé du corallien supérieur de Maranville.

Une Trigonie, voisine de la *Trigonia Baylei*, est moins allongée, et ses côtes créteées sont plus grêles et plus espacées. Elle ressemblerait plutôt à une Trigonie oxfordienne de Vieil-Saint-Remy.

Une Térébratule, qu'on pourrait confondre avec la *Terebratula humeralis*, est plus large et moins bombée.

Enfin, une grande Huitre plate pourrait être au premier abord prise pour l'*Ostrea deltoidea*; mais la forme de son crochet et la position de son impression musculaire suffisent pour l'en distinguer. C'est probablement l'espèce que M. Pellat a rencontrée à un niveau analogue à Boulogne, et qu'il a appelée *Ostrea subdeltoidea*.

Des différences pareilles s'observent entre une grande Nérinée et un Ptérocère du corallien compacte de Vouécourt et les fossiles analogues de l'étage kimmérien.

A côté de ces fossiles, et au milieu de beaucoup de fossiles

spéciaux à ce niveau, il faut citer dans le corallien compacte des fossiles notoirement coralliens, tels que

<i>Terebratula insignis</i> (Sch.)		<i>Cidaris florigemma</i> , etc.
<i>Rhynchonella inconstans</i> (d'Orb.)		<i>Glypticus hieroglyphicus</i> .
<i>Rhynchonella corallina</i> .		

et d'autres qui se retrouvent réellement dans l'étage kimmérien, mais qui sont partout communs à l'étage corallien et à l'étage kimméridien, tels que

<i>Ostrea solitaria</i> (Sow.)		<i>Pinnigena Saussurii</i> , etc.
<i>Mytilus subpectinatus</i> (d'Orb.)		

Il n'y a donc aucune raison pour distraire les couches dont nous nous occupons de l'étage corallien, et pour les rattacher à la partie inférieure de l'étage kimméridien, lors même qu'on n'y serait pas conduit par la nature franchement corallienne du sous-étage qui vient au-dessus.

4° *Oolithe de Lamothe*. — Cette assise, qui termine l'étage corallien de la Haute-Marne, atteint son maximum de développement (8 à 10^m) dans la vallée de la Haute-Blaise, à Curmont, à Lamothe-en-Blaisy, à La Chapelle-en-Blaisy, etc. Certains banes en sont composés d'oolithe à gros grains à peine agglutinés, et sont pétris de fossiles, roulés pour la plupart. D'autres bancs, formés d'oolithe à grains fins, sont exploités comme pierre de taille. Ailleurs, comme dans la vallée de la Marne et celle du Rognon, cette oolithe devient subcompacte; néanmoins, on la retrouve toujours au-dessous du calcaire à Astartes, notamment à Bettaincourt, où elle renferme, comme à Lamothe, de nombreuses Nérinées.

Parmi les fossiles de ce niveau, il faut citer :

<i>Nerinea Marieæ</i> (d'Orb.)		<i>Ostrea Moreana</i> (Buv.)
— <i>Desvoydii</i> (d'Orb.)		<i>Cardium corallinum</i> (Buv.)
— <i>Moreana</i> (d'Orb.)		<i>Diceras arietina?</i> (Lmk.)
<i>Orthostoma giganteum</i> (Buv.)		<i>Pinnigena Saussurii</i> (d'Orb.)
<i>Rhynchonella inconstans</i> (d'Orb.)		<i>Trigonia Meriani</i> (Ag.)
<i>Lima rupellensis</i> (d'Orb.)		— (voisine de la <i>T. gibbosa</i> .)
<i>Ostrea solitaria</i> (Sow.)		<i>Apiocrinus Royssyanus</i> .

ÉTAGE KIMMÉRIDIEN.

L'étage kimméridien de la Haute-Marne peut être subdivisé en trois sous-étages : 1° le sous-étage inférieur ou *des calcaires*

à *Astartes*; 2° le sous-étage moyen ou *des marnes et calcaires à Céromyes*; 3° le sous-étage supérieur ou *marnes à Gryphées virgules*.

1° *Calcaire à Astartes*. — Ce sous-étage, que l'on a appelé ailleurs l'*Étage séquanien*, en y joignant, sans doute à tort, quelques couches coralliennes ou kimmériennes, n'a guère dans la Haute-Marne que 12 à 15 mètres de puissance. Il se compose de calcaires blancs jaunâtres, tantôt compactes, tantôt plus ou moins marneux. On peut l'étudier notamment à Curmont, à Donjeux, à Harméville. Ce qui le caractérise surtout, c'est l'extrême abondance, dans ses lits marneux, d'une variété de la *Terebratula subsella* et d'une petite Térébratule connue sous le nom de *Terebratula humeralis*. On y trouve aussi, plus rarement, une grande Huître deltoïde, mais qui paraît distincte de la véritable *Ostrea deltoidea*.

Les principaux fossiles que j'ai recueillis à ce niveau sont, outre ceux que je viens de citer :

<i>Ammonites Achilles</i> (d'Orb.)		<i>Mytilus subpectinatus</i> (d'Orb.)
<i>Nerinea Gosæ.</i>		<i>Pinnigena Saussurii</i> (d'Orb.)
<i>Natica hemispherica</i> (d'Orb.)		<i>Pinna granulata.</i>
<i>Rhynchonella.</i>		<i>Pholadomya Protei</i> (Def.)
<i>Diceras.</i>		<i>Pygurus Royerianus</i> (Cott.)
<i>Cardium corallinum</i> (Buv.)		<i>Hemicidaris.</i>
<i>Ostrea solitaria</i> (Sow.)		<i>Holcotypus.</i>
— <i>bruntrutana</i> (d'Orb.)		<i>Pseudodiadema.</i>

On voit par cette liste, que le calcaire à *Astartes* se rattache bien plus au terrain kimmérien qu'au terrain corallien. Il est vrai qu'en le limitant, comme je le fais, à une couche de marne jaunâtre grenue où abonde le *Pygurus Royerianus*, et que surmontent immédiatement les premières assises du kimmérien moyen, avec leurs Ptérocères et leurs Céromyes, je n'ai jamais trouvé de *Gryphées virgules* dans le calcaire à *Astartes*. Mais la présence, dans ce calcaire, de la *Terebratula subsella*, de la *Terebratula humeralis*, de la *Pinna granulata*, etc., en font réellement un membre du terrain kimmérien, contrairement à l'opinion de MM. Royer et Barotte, que la présence des Dicérates et du *Cardium corallinum* avait portés à le rattacher au terrain corallien.

Du reste, le calcaire à *Astartes* de la Haute-Marne a la plus grande analogie, quant à la faune, avec le kimmérien inférieur du Havre que personne n'essaye de rattacher à l'étage corallien.

2° *Kimméridien moyen*. — Ce niveau, caractérisé principalement par les Céromyes, commence, immédiatement au-dessus du calcaire à Astartes, par une assise de calcaire blanc, compacte et presque lithographique, rempli de *Ceromya excentrica*, d'*Ostrea solitaria* et de Ptérocères, et où apparaît pour la première fois l'*Ostrea virgula*. Ce calcaire est surmonté par une très-grande épaisseur (50 à 60^m) de marnes et de calcaires marneux, alternant avec des calcaires plus ou moins compactes. C'est la masse principale du terrain kimméridien. On peut l'observer à Donjeux sur la rive gauche de la Marne, à Fronville, à Harméville, etc.

Les principaux fossiles de ce niveau, sont :

<i>Ammonites orthocera</i> (d'Orb.)	<i>Trigonia papillata</i> .
— <i>Cymodoce</i> (d'Orb.)	<i>Area texta</i> .
<i>Aptychus lævis-latus</i> (Dolf.)	<i>Lavignon rugosa</i> (d'Orb.)
<i>Pterocera</i> .	<i>Thracia suprajurensis</i> (Desh.)
<i>Pseudomelania gigantea</i> (de Lor.)	<i>Ceromya excentrica</i> (d'Orb.)
<i>Ostrea virgula</i> (d'Orb.)	— <i>obovata</i> (d'Orb.)
— <i>solitaria</i> (d'Orb.)	<i>Pholadomya hortulana</i> .
— <i>bruntrutana</i> d'Orb.)	— <i>Protei</i> (Defr.)
<i>Pecten Dyonisius</i> .	— <i>acuticosta</i> (Sow.).
<i>Gervillia kimmeridiensis</i> (d'Orb.)	<i>Rhabdocidaris Orbignyana</i> (Cott.)
<i>Trigonia muricata</i> .	<i>Disaster granulosus</i> .

3° *Kimméridien supérieur*. Ce niveau, qu'on peut étudier à Rupt, à Pancey, à Donjeux, etc., est composé de marnes et d'argiles plus ou moins fossiles, dont l'épaisseur peut aller jusqu'à 25 mètres.

Ces marnes qui, à la partie supérieure, alternent avec des calcaires marneux, viennent se terminer à l'assise de calcaire lithographique qui forme la base de l'étage portlandien, ainsi qu'on peut le reconnaître dans les carrières du village de Rupt, près Joinville.

Beaucoup de fossiles rattachent ce sous-étage au précédent :

<i>Ostrea virgula</i> (d'Orb.)	<i>Thracia suprajurensis</i> (Desh.)
— <i>bruntrutana</i> (d'Orb.)	<i>Gervillia kimmeridiensis</i> (d'Orb.)
— <i>solitaria</i> (d'Orb.)	<i>Pholadomya acuticosta</i> (Sow.)
<i>Pecten Dyonisius</i> .	— <i>Protei</i> (Defr.), etc.
<i>Lavignon rugosa</i> (d'Orb.)	

Néanmoins il s'en distingue par un grand nombre de fossiles spéciaux. Ainsi ce n'est qu'à ce niveau que j'ai trouvé l'*Ammono-*

nites longispina, tandis que l'*Ammonites orthocera* caractérise principalement le précédent. De même, ici l'on trouve la *Trigonia suevica* inconnue auparavant, tandis que les *Trigonia muricata* et *papillata* disparaissent complètement. De même enfin, les Céromyes, abondantes dans le sous-étage précédent, ne m'ont fourni aucun exemplaire dans celui-ci.

Mais la grande masse des fossiles de ce niveau se compose principalement d'espèces inédites, parmi lesquelles plusieurs Ammonites, et d'un assez grand nombre de gastéropodes et d'acéphales.

M. Hébert n'admet pas la transformation latérale de l'oolithe corallienne en marne; conduit à Soncourt par M. Royer lui-même, il n'a rien observé de semblable, et, jusqu'à présent, la zone à *Cidaris florigemma* lui a paru ne faire défaut nulle part.

Après quelques remarques de MM. Marcou et Levallois, M. de Lapparent demande si l'oolithe à Nérinées de la Haute-Marne ne serait pas identique avec celle du Boulonnais, qui est manifestement séquanienne, et avec celle de Saint-Ylie, que M. Jourdy rattache au même horizon.

M. Tombeck répond qu'il ne croit pas devoir la séparer du corallien.

Le Secrétaire communique la note suivante :

La formation zancléenne, ou recherches sur une nouvelle formation tertiaire; par M. J. Seguenza.

Les nombreuses couches tertiaires qui reposent directement sur les roches cristallines des deux versants de la chaîne des monts Péloritains (Sicile) constituent plusieurs formations bien distinctes entre elles par tous leurs caractères géognostiques. A la partie supérieure, ce sont tantôt des couches sableuses contemporaines, s'élevant à peu de mètres au-dessus du niveau de la mer, et renfermant de nombreux restes d'animaux, dont les analogues vivent encore dans les eaux voisines; ailleurs c'est un terrain de transport, d'une élévation considérable, et

rappelant par sa couleur rouge-brune le lœss du centre de l'Europe.

Au-dessous de ces roches, on trouve des conglomérats, des sables, ou des grès quartzeux et calcaires, de l'époque quaternaire, fort élevés au-dessus du niveau de la mer. Les fossiles que ces roches contiennent sont des espèces vivant actuellement dans la Méditerranée et des espèces qui ne se trouvent plus dans cette mer, ou qui sont absolument perdues.

Cette formation aux environs de Messine est caractérisée par l'abondance considérable des *Pecten* (1).

Sur le versant oriental des montagnes Péloritaines, au-dessous des roches quaternaires, il existe des couches calcaires presque entièrement formées d'une immense quantité de restes de brachiopodes (2). Ces roches appartiennent à l'étage supérieur de la série tertiaire.

Sur le versant occidental des mêmes montagnes la roche calcaire est remplacée par de puissants dépôts de sables jaunes, au-dessous desquels on trouve les argiles bleues subapennines. L'ensemble de ces couches constitue la formation pliocène de la province de Messine se montrant bien caractérisée et parfaitement semblable aux roches du même horizon qui se trouvent sur les côtes des Apennins dans plusieurs contrées de l'Italie, comme aux environs d'Asti, de Livourne, de Bologne, de Plaisance, de Sienne, sur le mont Mario, à Palerme, etc. Cette ressemblance est remarquable non-seulement sous le rapport lithologique et stratigraphique, mais aussi au point de vue des caractères paléontologiques.

Au-dessous des couches calcaires ou argileuses que nous venons de rappeler, il existe une formation calcaréo-marneuse, partout uniforme, comprenant plusieurs assises différentes, et toujours caractérisée par les mêmes fossiles.

C'est bien cette formation qui réclame de notre part une considération spéciale, parce qu'elle se distingue entièrement des formations qui la comprennent, et qu'elle renferme en outre une faune tertiaire très-remarquable par le grand nombre d'espèces absolument nouvelles ou particulières aux pro-

(1) Consulter le catalogue complet des fossiles quaternaires du Messinais : *Notizie succinte intorno alla costituzione geologica dei terreni terziarii del distretto di Messina*. G. Seguenza. Messina, 1862.

(2) V. *Notizie succinte*, etc.

vinces de Messine et des Calabres, où ce même terrain se montre fort développé.

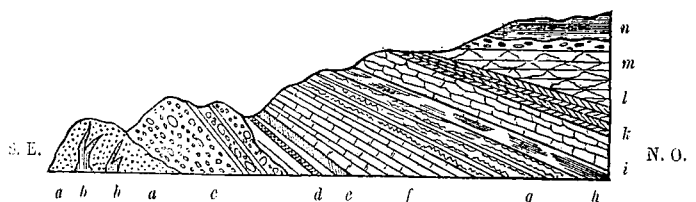
Cette formation se compose, à la partie supérieure, de marnes sableuses jaunâtres, au milieu, de calcaires à polypiers, et, à la base, de marnes blanches, très-riches en foraminifères.

La stratification, quoiqu'elle soit moins inclinée, en est généralement concordante avec la stratification du miocène qui existe au-dessous, représenté par des mollasses et des argiles renfermant des fossiles bien caractéristiques du miocène supérieur, parmi lesquels nous citerons les suivants comme étant les plus remarquables : *Rhinoceros*, *Hippopotamus*, *Sus chæroides*, *Carcharodon megalodon*, *Lamna crassidens*, *Otodus sulcatus*, *Balanus tintinnabulum*, etc., etc. (1)

La coupe théorique (fig. 1) suffit pour qu'on se fasse une idée de la succession des couches tertiaires que l'on rencontre dans le versant oriental des montagnes Péloritaines.

Fig. 1.

Coupe théorique des terrains tertiaires du versant oriental des monts Péloritains (Gravitelli, près de Messine).



T. cristallins.	{	a Gneiss.
		b Filons de granite et de pegmatite.
Miocène (Tortonien, Mayer).	{	c Poudingues ou conglomérats de cailloux cristallins avec des couches de grès.
		d Argiles lacustres avec des bancs de lignite.
		e Argiles marines.
		f Sables.
Pliocène.	{	g Marnes à foraminifères alternant à la partie inférieure avec des couches de sables.
		h Calcaire à polypiers et à brachiopodes.
Astien.	{	i Marnes sableuses très-riches en brachiopodes et en foraminifères.
		k Calcaire à brachiopodes.
Quaternaire.	{	l Sables et grès.
		m Conglomérat.
		n Alluvion.

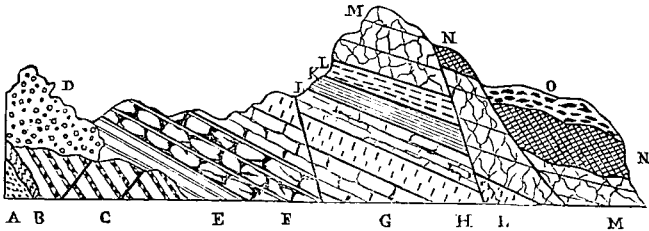
Une coupe des environs de Barcellona et de Castoreale

(1) J'ai donné des listes complètes de tous ces fossiles; mais, en raison de leur étendue, elles n'ont pu trouver place dans le *Bulletin*.

représentée par la fig. 2 montre la nature des terrains tertiaires du versant occidental de ces montagnes.

[Fig. 2.

Coupe théorique des terrains tertiaires du versant occidental des monts Péloritains (Barcellona, province de Messine).



	A	Gneiss.
	B	Calcaire cristallin.
Crétacé. . . .	C	Argiles calcaires et marnes en couches alternantes.
Miocène	D	Poudingues.
(Tortonien.)	E	Sables et argiles en couches alternantes.
	F	Mollasses.
Pliocène	G	Marnes à foraminifères.
(Zancléen.)	H	Calcaires marneux.
	I	Marnes sableuses.
Pliocène	K	Argiles.
	L	Calcaire grossier.
Plaisancien.	M	Sables jaunes.
	N	Sables ou grès.
Astien.	O	Alluvions.
Quaternaire.		

Les caractères géognostiques que nous venons de reconnaître déterminent précisément la place stratigraphique qui convient à la formation calcaréo-marneuse dont nous nous occupons; elle est comprise entre le miocène supérieur (*tortonien*, Mayer) et le pliocène (*plaisancien* et *astien*, Mayer); cependant par ses caractères géognostiques et par la faune qui la caractérise elle doit être regardée comme une époque bien distincte parmi les terrains tertiaires.

Les couches dont ce terrain se compose consistent à leur partie inférieure en marnes très-développées, au milieu, en calcaire plus ou moins grossier, compacte ou marneux, et, à leur partie supérieure, en marnes souvent sableuses. Cette division, ainsi établie selon les caractères lithologiques, est également appuyée sur des considérations paléontologiques. En effet chaque étage offre ses espèces particulières de fossiles, et dans chaque étage il y a des classes qui s'y trouvent habituellement avec plus d'abondance. Ainsi les marnes supérieures sont

riches en brachiopodes et en foraminifères, le calcaire se distingue par de nombreux coraux, et les marnes inférieures sont caractérisées par une grande abondance et une grande variété de rhizopodes, et par la rareté d'autres espèces de fossiles. Cependant toutes les assises de cette formation calcaréo-marneuse se rattachent naturellement entre elles par leur stratification concordante, par la prédominance du carbonate de chaux et surtout par le grand nombre de fossiles identiques que l'on y trouve. Elles constituent donc par l'ensemble de leurs caractères géognostiques un groupe bien caractérisé et tout à fait distinct de la formation *plaisancienne* ainsi que de la formation *tortoniense* qui le comprennent.

Pour connaître les relations stratigraphiques et paléontologiques des divers membres de la série tertiaire de la province de Messine, il suffit de visiter une de ses vallées transversales, soit du côté de l'orient, depuis le lieu appelé *Annunziata*, jusqu'à l'autre nommé *Lardaria*, soit du côté opposé entre les Masse et Barcellona. Du reste nous allons indiquer quelques lieux où l'on peut observer le plus facilement la série entière tout à fait découverte.

La vallée de Gravitelli, située sur le versant oriental de la chaîne Péloritaine, mérite, par préférence, d'être signalée. En la parcourant de bas en haut on y rencontre, des deux côtés, d'abord des collines formées de roches cristallines (gneiss avec des veines de pegmatite) sans aucun autre terrain superposé. Plus avant, la vallée se resserre, puis elle s'ouvre considérablement pour former un bassin irrégulièrement circulaire, et en amont elle se rétrécit encore une fois et devient très-étroite. Près du premier rétrécissement on voit des collines fort escarpées formant une série isolée des autres montagnes qui environnent le bassin de la vallée; cette disposition annonce déjà la différence qui existe entre les roches dont ces masses sont composées. En effet, ces collines sont formées d'un poudingue à ciment presque sableux, composé de fragments de gneiss, de pegmatite rouge et blanche, de granite, etc., sans aucune trace de restes organiques, tandis que là, où la vallée s'élargit, on rencontre successivement plusieurs étages, que nous rappellerons suivant leur ordre topographique et stratigraphique.

Au poudingue font suite les argiles lacustres avec des couches puissantes de lignites, renfermant des restes de *Sus chæroides*, de *Rhinoceros* et d'*Hippopotamus*; puis on voit les argiles

marines, avec de rares fossiles, et enfin une puissante formation de sables sans fossiles. L'ensemble de ces couches représente le tortonien.

Dans le même lieu on trouve les sables miocènes recouverts par tous les autres membres de la série, jusqu'à l'alluvion ancienne, qui couronne les collines situées à l'entour de la partie élargie de la vallée. Ici on trouve la formation calcaréo-marneuse, composée à sa partie inférieure de couches de marnes blanches à foraminifères, alternant en bas avec des lits de sables; puis on voit le calcaire à polypiers, les marnes jaunâtres, sableuses et riches en foraminifères et en plusieurs autres fossiles.

Au-dessus de ces derniers lits, il existe un calcaire presque entièrement formé d'une infinité de coquilles de *Terebratula*, de *Terebratulina*, de *Waldheimia*, de *Megerlia*, d'*Argiope*, etc.

C'est évidemment le vrai pliocène; cependant il serait difficile de tracer une ligne de démarcation entre les strates qui représenteraient le plaisancien et celles qui formeraient l'astien.

Ensuite on rencontre les sables quaternaires, en lits horizontaux et avec peu de fossiles, un conglomérat marin, et enfin une alluvion composée de cailloux roulés réunis par une roche argileuse, rouge-brune, qui ressemble au lœss du milieu de l'Europe.

Toutes les assises que l'on rencontre dans cette vallée, suivant l'ordre avec lequel nous venons d'en parler, se montrent aussi plus en avant, si l'on continue de parcourir la vallée, toujours dans le même sens; mais on les trouve dans un ordre inverse par rapport aux premières. On se rend compte aisément de cette inversion, si l'on observe que, l'ensemble de ces couches étant sensiblement concave, le plan de la vallée coupe deux fois les mêmes assises dans deux endroits différents. A cause de cela on rencontre dans la direction du N. E. au S. O. des roches quaternaires, des strates pliocènes, la formation calcaréo-marneuse, le tortonien, puis encore des collines de poudingue isolées, et enfin les terrains azoïques.

Dans une autre vallée, nommée San-Filippo, depuis la partie la plus basse on trouve la formation calcaréo-marneuse bien développée et affleurant à la surface du sol.

Plus en haut elle surmonte le miocène sableux qui couvre des lambeaux de poudingue; enfin, au fond de la vallée et sur les collines environnantes, c'est le pliocène qui se montre fort

Quant au versant occidental des montagnes Péloritaines, il présente partout des localités remarquables au point de vue de notre étude. Dans la contrée qui forme les environs des villages *Masse* et *Castanea*, la formation calcaréo-marneuse se montre partout à découvert, reposant sur les mollasses et les argiles miocènes, composée, à la base, de marnes blanches, alternant avec des sables et se terminant par un calcaire tendre blanc ou rougeâtre, sans fossiles, et n'ayant au-dessus aucune des couches plus récentes.

On peut observer aussi toutes les couches tertiaires dans la route de Messine à *Barcellona*. Après avoir marché assez longtemps sur des terrains azoïques, on y rencontre d'abord le poudingue, s'étendant beaucoup jusqu'à la *Locanda Colonna*. Ici l'on trouve des argiles à lignites et ensuite des mollasses, sur la partie supérieure desquelles il y a des bancs puissants de gypse cristallin et d'albâtre.

Plus loin on voit des marnes blanches et du calcaire tendre s'étendant jusqu'au village *Gesso*.

Il faut remarquer cependant que jusqu'à ce point de la série on ne trouve aucune trace de fossiles. Il se présente ensuite des marnes jaunâtres, assez sableuses, presque entièrement formées de foraminifères; au-dessus, existe le calcaire pliocène à *Terebratula*, suivi à son tour par des couches quaternaires.

Nous allons maintenant signaler les environs de *Rometta* où il existe des mollasses miocènes et des marnes jaunâtres, très-riches en fossiles. Ici, toutes les assises de la formation tertiaire se montrent superposées les unes aux autres lorsqu'on se rend de la vallée *Saponara* à *Rometta*.

Près de *Sanpiero* et de *Monforte* les mollasses miocènes sont fort développées et renferment des fossiles avec abondance dans quelques localités spéciales, tandis qu'ailleurs elles en sont entièrement dépourvues.

Aux environs de *Barcellona* et de *Castroreale* on remarque un grand changement dans la nature des roches. En effet le pliocène n'est généralement formé que par le calcaire à *Terebratula*; ce sont maintenant, à la base, des strates argileuses, se montrant d'abord par petits lambeaux près des lieux nommés *Bocca*, *Gesso*, *Santa Lucia*, se développant ensuite considérablement à *Barcellona*, et s'étendant beaucoup d'ici vers l'occident. Ce terrain représente le vrai plaisancien. Au-dessus de ce terrain il existe une puissante formation de sables représentant l'astien.

Celui-ci est séparé des argiles sur lesquelles il repose par une couche calcaire sableuse à *Terebratula grandis* et à *T. ampulla* qui rappelle l'assise à *T. ampulla* du Piémont et de S. Filippo en Sicile.

Le long de la vallée où coule la rivière appelée *Longano*, on rencontre ces couches dans l'ordre chronologique. Le miocène ne fait qu'affleurer dans quelques endroits seulement; le groupe calcaréo-marneux est représenté par un calcaire tendre et par quelques marnes jaunâtres; enfin on trouve le pliocène, qui atteint un grand développement près de *Gurafi*, et l'astien et le grès quaternaire qui forment les collines de *Castroreale*. La coupe théorique (fig. 3, v. *supra*) représente la disposition de ces roches et les dislocations considérables qu'elles ont subies.

Il faut maintenant examiner si le terrain calcaréo-marneux par ses caractères géognostiques se rapproche davantage du plaisancien ou du tortonien, afin que l'on sache si, dans la classification des terrains tertiaires, il doit se rapporter au miocène ou au pliocène.

Dans des publications antérieures nous rapportions ces couches calcaréo-marneuses à la formation miocène, comme en étant les strates les plus récentes. Les raisons qui nous avaient ainsi déterminé sont les suivantes :

1° Parmi les mollusques fossiles qu'on rencontre dans ce terrain, il y a 85 p. 100 d'espèces perdues; dans le miocène supérieur des mêmes contrées, la proportion des espèces éteintes ne dépasse pas 86 p. 100, tandis qu'elle atteint à peine 36 p. 100 dans le pliocène, qui existe au-dessus du même terrain calcaire marneux;

2° En second lieu un grand nombre d'espèces et d'individus appartenant aux genres *Ceratocyathus* et *Stephanocyathus* paraissent remplacer dans ces couches la grande quantité de *Trochocyathus* que l'on rencontre dans le miocène supérieur, dans le Tortonais et le Modénais;

3° Enfin ce terrain lui-même contient entre autres plusieurs espèces de fossiles miocènes.

Cependant d'un examen plus attentif de tous les faits observés, il résulte, ce nous semble, que, de tous les caractères qui nous avaient donné cette première opinion, le premier serait le seul important, le second n'aurait que peu de valeur, et le troisième n'en aurait point, parce que ce terrain renferme en effet plus d'espèces pliocènes que de miocènes.

Ces considérations étant posées, nous allons démontrer que cette formation constitue un véritable anneau intermédiaire, un terme de transition entre le miocène et le pliocène.

Considérons d'abord les caractères géognostiques de ce terrain, par rapport aux mêmes caractères du plaisancien dont il est surmonté et du tortonien sur lequel il repose.

Le miocène généralement composé de mollasses, de sables et d'argiles, dans toute cette province, se distingue nettement et tout d'abord des marnes et des calcaires superposés qui forment le terrain dont nous nous occupons; mais il est très-difficile de distinguer les roches de ce dernier d'avec celles du pliocène, qui consistent bien souvent en calcaires éminemment fossilifères.

Dans ce cas la stratigraphie ne saurait nous révéler auquel des deux terrains qui le comprennent on doit rapporter celui que nous étudions.

En effet, dans toutes les vallées du versant oriental, et dans quelques-unes de celles du versant occidental des montagnes Péloritaines les couches calcaréo-marneuses, quoiqu'elles soient un peu moins inclinées que les roches inférieures, reposent sur les mollasses et les sables miocènes en stratification concordante; et sur ces couches calcaréo-marneuses on voit les roches plaisancien reposer également en stratification concordante.

Quant aux endroits où le miocène est tout à fait découvert, et à ceux où le groupe calcaréo-marneux n'est point surmonté du pliocène, il faut admettre, selon notre avis, que c'est là un effet de la dénudation, et non pas un véritable isolement de ces deux formations différentes.

Dans la partie la plus méridionale de la Calabre, depuis le Cap des Armes jusqu'au cap Spartivento, le miocène se montre, presque partout, surmonté par de puissants dépôts de marnes blanches et jaunâtres, exactement contemporains de la formation calcaréo-marneuse du Messinai; des bandes très-rares du pliocène recouvrent ces marnes à la *Baronia* et sur quelques autres points. C'est probablement la dénudation qui a, dans ces contrées aussi, détruit les étages les plus récents.

La coupe ci-dessous (fig. 4) représente la position stratigraphique des marnes de la vallée de Vrica et des collines d'alentour.

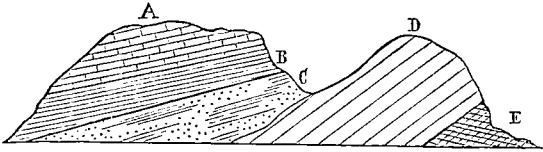
Maintenant nous allons consulter la paléontologie pour résoudre le problème que nous nous sommes proposé. C'est bien d'elle qu'il faut en attendre la solution, lorsqu'on ne

pourra pas l'obtenir de la lithologie, ni de la stratigraphie.

Afin de bien saisir les relations paléontologiques qui sont

Fig. 4.

Coupe théorique des terrains tertiaires de Bova (Calabre).



Formation	}	A Marnes blanches à foraminifères.
zancléenne.		B Marnes jaunâtres.
Formation	}	C Sables et grès avec de petites couches d'argile.
miocène.		D Argiles.
		E Grès.

indispensables dans la recherche que nous poursuivons, nous donnerons tout d'abord un catalogue des fossiles de la formation calcaréo-marneuse (1).

Liste des fossiles zancléens les plus communs.

Carcharodon productus.	Puncturella noachina.
Odontaspis dubia, etc.	Dentalium tetragonum.
Bairdia subdeltoidea.	— ovulum, etc.
Pollicipes carinatus.	Bulla convoluta, etc.
Pachylasma giganteum.	Cleodora lanceolata.
Scalaria torulosa.	Verticordia acuticostata.
Eulimella Scillæ.	Arca aspera.
Trochus bullatus.	— obliqua.
— marginulatus.	— pectunculoides.
— Ottoi.	Limopsis aurita.
— filusus.	— Reinwardtii, etc.
— glabratus, etc.	Nucula Polii, etc.
Murex multilamellosus.	Leda excisa.
Ranella reticularis.	— pusio.
Columbella costulata.	— cuspidata, etc.
Nassa semistriata, etc.	Pecten scabrellus, Lk.
Emarginula compressa.	Anomia sulcata, etc.

(1) Ce catalogue n'a pu être inséré en entier. La liste suivante comprend les fossiles les plus communs dans cette formation.

Terebratula vitrea.	— radiata, etc.
— ampulla, etc.	Ellipsoidina ellipsoides.
Waldheimia peloritana.	Glandulina rudis, etc.
— euthyra.	Nodosaria Mariae.
— Davidsonianas, etc.	— hispida.
Terebratulina caput serpentis.	— bacillum.
Terebratella septata.	— spinulosa.
Morrisia anomioïdes.	— annulata, etc.
Crisia Hornesii.	Dentalina inornata.
Stirechinus Scillæ.	— elegans.
Cidaris rosaria, etc.	— Boueana.
Pentacrinus zancleanus.	— urnula.
Burgheticrinus italicus.	— elegantissima, etc.
Isis melitensis, etc.	Vaginulina legumen.
Caryophyllia zancleana.	— badensis.
— elegans.	— sulcata, etc.
— geniculata, etc.	Marginulina regularis, etc.
Stephanocyathus elegans, etc.	Fronicularia denticulata.
Ceratocyathus communis.	— acuminata.
— maximus.	— lanceolata, etc.
— Scillæ.	Cristellaria cassis, etc.
— ponderosus.	Robulina ariminensis.
— polymorphus, etc.	— cultrata.
Desmophyllum crassum.	— similis.
— maximum.	— imperatoria, etc.
— elegans, etc.	Nonionina faba, etc.
Conotrochus typus.	Polystomella crispa, etc.
Labellum extensum.	Rotalia Partschiana, etc.
— messanense, etc.	Globigerina bulloides, etc.
Lophohelia Defrancei, etc.	Truncatulina lobulata, etc.
Diplohelia reflexa, etc.	Anomalina badensis.
Balanophyllia irregularis.	Rosalina calabra.
Dendrophyllia cornigera.	Clavulina communis, etc.
Cœnopsammia Scillæ.	Textularia Partschii, etc.
Orbulina universa, d'Orb., etc.	Spiroloculina excavata.
Lagena striata, etc.	— canaliculata, etc.
— sulcata.	Biloculina clypeata.
— costata.	— lunula.
— elongata, etc.	— tubulosa.
— Haidingeri, etc.	— bulloides, etc.
Fissurina simplex.	Triloculina austriaca, etc.
— Biancæ.	Quinqueloculina Ungeriana.
— tubulosa.	— vulgaris, etc.
— ovata.	Sphæroidina austriaca, etc., etc.

De ces données paléontologiques il résulte :

1° Que, parmi les 504 espèces que comprendrait la liste complète des fossiles de cette formation, il y en a 289 (presque les 9/16) qui appartiennent exclusivement à la formation calcaréo-marneuse, car elles n'ont été trouvées, jusqu'à présent, ni dans les horizons des époques précédentes, ni dans ceux des époques suivantes, l'époque actuelle comprise ;

2° Que, parmi les 215 espèces n'appartenant pas exclusivement à la formation dont nous occupons, il y en a 131 qui ont été retrouvées dans le tortonien de diverses contrées de l'Europe, et 153 qui font passage au plaisancien et à l'astien ;

3° Enfin, que, sur 504 espèces, il ne s'en est conservé que 85 jusqu'à l'époque actuelle, presque toutes actuellement vivantes dans la Méditerranée. Donc la formation dont il s'agit renferme à peu près 83 p. 100 d'espèces perdues.

D'après ces résultats numériques, on peut évidemment établir les conclusions suivantes :

1° La formation que nous examinons renferme une faune nombreuse dont plus de la moitié des espèces, lui appartenant exclusivement, la caractérise d'une manière nette et précise. Ce caractère, à lui seul, suffit pour distinguer cette formation des deux autres qui la comprennent.

2° Le nombre des espèces communes à ce terrain et au plaisancien dépasse celui des espèces communes au même terrain et au tortonien.

Ce fait montre que cette formation se rapproche plus des horizons pliocènes que des miocènes.

3° Par la proportion des espèces éteintes, cette formation semble plus se rapprocher de l'époque miocène que de l'époque pliocène.

En effet, ainsi que nous l'avons déjà remarqué, parmi 100 espèces les proportions suivantes sont atteintes : dans le plaisancien et dans l'astien 32 mollusques, 83 polypiers ; dans les couches calcaréo-marneuses, 84 mollusques, 98 polypiers ; dans les argiles et les mollasses miocènes, 86 mollusques et 100 polypiers.

Cela justifie la classification dans laquelle nous avons rapproché ce terrain du tortonien.

Cependant, si l'on remarque que le nombre des espèces pliocènes qu'on y rencontre est absolument plus grand que les autres, d'autre part, que les espèces communes au même terrain et au plaisancien sont généralement très-répandues dans les roches du Messinai appartenant à ces deux horizons dis-

tincts, tandis que les espèces qui passent du tortonien messinain aux marnes et aux calcaires superposés sont généralement rares, on sera persuadé sans doute qu'il est bien plus raisonnable de rapporter ce terrain au pliocène qu'au miocène.

D'ailleurs cette conclusion est parfaitement confirmée par un fait très-important que nous allons signaler.

La différence lithologique, que nous avons déjà vue exister entre les couches du miocène messinain et celles de la formation superposée dont il est question, révèle un grand changement qui serait arrivé dans les mers mêmes où les sables et les mollasses venaient de se déposer. Dans ce changement les profondeurs de ces mers furent fortement modifiées, aussi bien que toutes les conditions d'existence des êtres qui vivaient dans ces eaux. En effet les classes de fossiles dominantes dans ces deux formations sont tout à fait diverses les unes des autres. Dans le miocène, les gastéropodes et les lamellibranches se trouvent avec abondance et constituent une faune entière, décélant la petite profondeur des mers où ces mollusques vécurent ; dans les marnes et le calcaire qui existent au-dessus, il y a une grande abondance de brachiopodes, de coralliaires et de foraminifères, qui ne se trouvent que très-rarement dans les couches miocènes et qui font connaître la profondeur considérable où se déposèrent les roches qui les renferment.

Il est très-facile de distinguer le passage du miocène au *zancléen* par la grande différence qu'on remarque tant dans la nature des roches qui composent ces deux formations, que dans les deux faunes qu'elles contiennent ; mais il n'en est pas de même pour distinguer le passage entre le *zancléen* et le pliocène, parce qu'il n'y a pas entre eux de différence assez remarquable. Là, au contraire, la nature minéralogique et lithologique de la roche pliocène, ainsi que l'abondance de brachiopodes et de foraminifères qu'elles contiennent, montrent évidemment que de légers changements ont eu lieu dans ces mers, lorsque les marées jaunâtres venaient de s'y accumuler.

Sur le versant occidental des montagnes Péloritaines, le pliocène, consistant souvent en argiles bleues et en sables jaunes, présente aussi des relations sensibles avec le terrain dont il est question. En effet, dans quelques contrées les marnes jaunes faisant graduellement passage aux argiles bleues, il est difficile de déterminer la région où se terminent les unes et où commencent les autres. D'ailleurs, quoique en général la faune soit côtière, on trouve dans quelques endroits une

grande abondance de brachiopodes. Ce que nous venons de dire suffit pour prouver que, d'après les caractères paléontologiques ainsi que par les autres caractères géognostiques, cette formation calcaréo-marneuse du Messinai constitue un terrain bien caractérisé, bien distinct, et forme un anneau intermédiaire entre le tortonien et le plaisancien. Or, si l'on adopte la classification habituelle du tertiaire en trois groupes, il faut réunir ce nouveau terrain au pliocène, avec lequel il a le plus de rapport. D'après ces idées le terrain le plus récent parmi les assises tertiaires sera divisé en pliocène supérieur, appelé *astien* par Mayer, pliocène moyen, que le même auteur a nommé *plaisancien*, et pliocène inférieur, que nous appelons *zancléen*, du lieu même (1) où il se montre le mieux caractérisé.

Jusqu'ici nous avons porté nos regards sur la petite étendue de la province de Messine. C'est que nous avons voulu rendre plus facile l'exposition des faits qui caractérisent l'époque zanceléenne. Nous voyons cependant combien nos conclusions seraient peu fondées, si nous nous arrêtions là. En effet il serait très-peu raisonnable d'établir une nouvelle époque géologique sur l'examen d'une formation sédimentaire, que l'on n'a étudiée que dans une petite étendue, et dont on ignore les équivalents dans d'autres régions du globe. Ainsi on pourrait justement nous reprocher d'avoir voulu multiplier encore les noms et les divisions des terrains sédimentaires, d'autant plus que la stratigraphie en possède déjà un trop grand nombre. Mais nous ne tenons pas à limiter le champ de nos considérations. Nous croyons, au contraire, que l'étude qu'on a faite jusqu'à présent des roches pliocènes de l'Italie appuie considérablement nos conclusions, puisque dans la plupart des contrées, et peut être même partout, le pliocène s'y montre naturellement divisé en trois formations distinctes par des caractères lithologiques et paléontologiques.

Nous allons donc examiner successivement les différentes contrées de l'Italie, où le miocène et le pliocène ont été étudiés avec soin.

Les provinces des Calabres attirent d'abord nos regards. Elles sont situées à très-peu de distance de celle de Messine, et la constitution géologique en est éminemment semblable à celle du

(1) Le nom *Zancla* était une ancienne dénomination de la ville de Messine.

territoire de cette ville. La province de Reggio spécialement est formée par des roches qu'on doit regarder comme une continuation des roches de la province de Messine. A la base on rencontre du gneiss, avec des infiltrations de granite et de pegmatite, sur lequel reposent quelquefois les argiles et les calcaires du terrain crétacé moyen et, le plus souvent, une série de couches tertiaires s'étendant sur le crétacé même, et correspondant, par tous leurs caractères, aux couches tertiaires de la province de Messine. On rencontre parmi ces couches tertiaires une formation calcaréo-marneuse parfaitement identique avec celle de Messine, et très-remarquable par ses caractères paléontologiques. Les couches marneuses des environs de Reggio contiennent une grande abondance de foraminifères identiques avec ceux du *zancléen* (1) de Messine.

La grande analogie de la faune de Calabre avec celle du *zancléen* de Messine, la ressemblance frappante entre les fossiles miocènes, pliocènes et quaternaires des deux contrées, prouvent, sans aucun doute, l'existence d'un bassin calabro-messinain, qui était environné de montagnes cristallines, dont les régions du nord et de l'est sont appelées aujourd'hui les sommets d'Aspromonte, et vers l'est forment la chaîne Péloritaine. Dans ce bassin qui était largement ouvert au sud et peut être aussi au nord, vivaient partout les mêmes animaux, et partout des dépôts identiques s'accumulaient depuis le miocène jusqu'aux formations les plus récentes.

En parcourant la partie la plus méridionale de la Calabre on voit le *zancléen* se présenter continu, très-développé et parfaitement distinct du pliocène proprement dit. Des marnes blanches de l'épaisseur considérable de 40 à 50 mètres, avec des couches jaunâtres à leur base, reposant directement sur les sables et les grès du miocène, représentent précisément la zone inférieure du *zancléen* messinain. Les gros fossiles, en effet, y sont rares, mais les foraminifères caractéristiques constituent une partie considérable de cette roche. Dans quelques endroits on rencontre : *Janira flabelliformis*, Brocchi, sp.; *Terebratulina caput-serpentis*, L., sp.; *Rhynchonella bipartita*, Brocchi, sp.

Toutes ces espèces se trouvent souvent dans les marnes et

(1) V. *Descrizione dei foraminiferi monotalamici delle marne mioceniche del distretto di Messina*. Nota, p. 79.

les sables qui forment la base de l'ancien pliocène des environs de Messine.

En parcourant cette contrée des Calabres, pour étudier le crétacé moyen, j'ai vu moi-même, en février dernier, les marnes zancéléennes au cap des Armes, depuis *Melito* jusqu'au *Salto della Vecchia*, où les marnes blanches sont surmontées d'un calcaire caverneux probablement correspondant à la couche du calcaire de Messine, si riche en brachiopodes et en polypiers. Dans la localité appelée la Baronia il existe, sur le *zancléen*, une bande d'argiles pliocènes; au delà, c'est le miocène qui domine; mais à la vallée Ammendoléa le pliocène inférieur atteint un développement considérable jusqu'à Calamitta et à la vallée de Vrica. Ensuite il se montre de nouveau, depuis le cap Palizzi jusqu'au cap Spartivento, et de là encore, par des lambeaux isolés, jusqu'au cap Bruzzano.

Si maintenant nous venons arrêter notre attention sur d'autres contrées des Calabres, il suffit de donner un coup d'œil aux tableaux malacologiques que M. Philippi a fait paraître à la suite de son ouvrage sur les mollusques des deux Siciles (1).

Par l'examen de ces tableaux, où l'auteur a voulu résumer la malacologie tertiaire des contrées les plus remarquables des deux Siciles, on se convaincra que le *zancléen*, dans les diverses parties des Calabres, forme un terrain bien distinct et caractérisé par les fossiles des couches marneuses du Messinai, et que les couches de l'ancien pliocène sont plus ou moins développées dans la localité appelée Monastérace, ainsi que dans plusieurs endroits près de Catanzaro et de Cotrone, et surtout dans la vallée Lamato.

Il faut cependant rappeler ici que M. Philippi en faisant ces catalogues, n'ayant point d'intérêt pour la stratigraphie, et n'envisageant que la topographie, a réuni dans un même catalogue les espèces de couches différentes et séparé celles qui appartenaient à des contrées différentes. C'est ainsi qu'il a pratiqué pour ce qui regarde le territoire de Messine (2), et l'on peut croire qu'il en a fait autant pour les autres contrées. C'est à cause de cela que l'on voit paraître dans le nombre des mollusques fossiles de Monastérace, de la vallée Lamato et des

(1) *Fauna molluscorum utriusque Siciliae*, 1844.

(2) V. *Sulla formazione miocenica di Sicilia ricerche e considerazioni di G. Seguenza*.

contrées situées entre Catanzaro et Cotrone, des espèces caractéristiques du *zancléen*, mêlées à des espèces qui appartiennent à des formations plus récentes. Cependant, pour s'assurer de l'existence de la formation *zancléenne* en ce lieu, il suffit d'examiner les fossiles qui en proviennent.

Ce sont pour la plupart des fossiles caractérisant le zancéen du Messinai.

Dans les autres provinces de la Sicile, cette formation se trouve probablement fort développée.

On doit rapporter sans doute au pliocène inférieur les marnes blanches de Caltagirone, dont nous avons examiné autrefois les foraminifères (1), et qui s'étendent et se développent surtout dans la province de Caltanissetta, où l'ingénieur des mines, M. S. Mottura, les ayant étudiées, crut, par leur concordance avec les couches du miocène, devoir les rapporter à cette formation.

Les couches pliocènes d'Altavilla, près de Palerme, qui sont sans contredit plus anciennes que celles de Ficarazzi et d'autres endroits de ce territoire, pourraient appartenir à la formation que nous voulons établir; mais, pour tirer de l'examen des terrains de la Sicile des raisons valables pour notre thèse, il nous faudrait encore de nouvelles études sur les terrains tertiaires qui y sont très-développés.

Nous allons maintenant examiner s'il existe dans le milieu et dans le nord de l'Italie quelque terrain qui soit identique avec le *zancléen*, et s'il se montre, comme dans les provinces méridionales, assez distinct des strates plaisanciennes.

Les collines de Rome, qui ont été dernièrement l'objet de grandes recherches paléontologiques, se composent de couches différentes superposées. A leur base, ce sont de puissants lits de marnes bleuâtres, qui, à la partie supérieure, alternent avec des couches de sables et se terminent par un puissant dépôt de sable fin. On rencontre ensuite sur ce dépôt des sables calcaires fossilifères, recouverts par de nouveaux sables, et des cailloux, surmontés à leur tour par du tuf volcanique.

D'après les travaux de MM. de Rayneval, Van den Hecke, Ponzi (2), et d'après les recherches de Conti (3), il est parfaitement établi que le tuf volcanique y représente l'époque quater-

(1) V. *Sulla formazione miocenica di Sicilia*, etc.

(2) Catalogue des fossiles du monte Mario (près Rome).

(3) *Il monte Mario ed i suoi fossili subapennini*.

naire; et il est probable que les sables fossilifères, avec les dépôts sableux qui l'accompagnent, se rapportent au pliocène (plaisancien et astien, Mayer). Cependant les marnes qui existent au-dessous se distinguent des dépôts pliocènes, tant par leurs caractères lithologiques que par la faune qu'elles contiennent. Et quoique, à la vérité, les fossiles de cette roche, qui à elle seule forme presque tout le mont Vatican, ne soient pas encore bien connus, il y a des raisons pour la regarder comme représentant la formation *zancléenne*. En effet, les débris de ptéropodes (1) y sont abondants ainsi que ceux de divers rhizopodes (2), et c'est bien ce caractère qui distingue la plus récente des assises du *zancléen* messinai.

Cette opinion est appuyée sur de bonnes raisons tirées de l'examen des espèces. Le professeur Costa, en effet, a retrouvé la *Cleodora raticana* et la *C. Riccioli*, qui sont les ptéropodes les plus communs de cette formation, dans les marnes de Notaresco (Abruzzes) et de Reggio (Calabres) (3), où les marnes, ainsi que nous l'avons démontré, appartiennent évidemment à la formation *zancléenne*. Et, en décrivant les foraminifères de ces marnes, le même professeur nous fait connaître qu'il y existe avec abondance des espèces qui sont communes dans les marnes du Messinai.

Si l'on examine les dernières formations de la Toscane, on se convaincra qu'il y a au-dessous du vrai pliocène des couches qui s'en distinguent nettement par différents caractères, et qu'il faut les rapporter au *zancléen*. En effet, près de Livourne on rencontre une *panchina* quaternaire reposant sur des sables et des argiles fossilifères de l'astien, au-dessous desquels on trouve des marnes évidemment *zancléennes*.

Parmi les fossiles qu'elles contiennent, il faut remarquer les espèces suivantes qu'on rencontre souvent dans le *zancléen* de l'Italie méridionale: *Dentalium triquetum*, Brocchi; *Limopsis aurita*, Br., sp.; *Nucula Polii*, Phil.; *Leda dilatata*, Phil.; *L. striata*, Phil. (non Lk.); *Modiola phaseolina*, Phil.; *Rhynchonella bipartita*, Br., sp.

Il faut remarquer ici la présence dans ce terrain de nombreux Pleurotomes, Columbelles, etc., qui le rapprochent

(1) V. Angelo Conti, *Scoperta di nuovi pteropodi fossili nella base maronosa di monte Mario*.

(2) V. O. G. Costa, *Foraminiferi fossili delle marne blu del Vaticano*,

(3) V. O. G. Costa, ouvrage cité.

beaucoup des couches du milieu et du nord de l'Italie que nous avons rapportées à l'horizon *zancléen*.

Sur les *Crete sanesi*, qui s'étendent considérablement à la base de la colline de Sienne, on trouve plusieurs couches marines et lacustres alternant entre elles, que M. G. de Mortillet a si bien illustrées, et que Mayer lui-même a rapportées à l'horizon astien et plaisancien (1). Ce sont donc des marnes sur lesquelles repose le vrai pliocène, et, de plus, elles sont fort riches en foraminifères, dont un grand nombre d'espèces sont communes aux marnes *zancléennes* du Messinai. M. Soldani (2) et plus récemment M. O. Silvestri (3) ont bien étudié ces couches, dont la position stratigraphique et la richesse en quelques espèces de foraminifères suffisent pour nous les faire rapporter à l'époque *zancléenne*.

Il faut maintenant remarquer que les résultats de l'étude que M. Doderlein a faite sur le miocène et le pliocène du Modénais (4) s'accordent parfaitement avec nos idées. Il admet, en effet, que le pliocène se divise naturellement en trois étages, chacun étant caractérisé par des fossiles particuliers.

En 1864 M. Rovasenda et moi, nous avons recueilli plusieurs fossiles à Cornare, aux environs d'Asti; et M. Michelotti nous en a fait voir qu'il avait trouvés à Albenga. D'après les idées que nous avons conçues au sujet de la faune des étages pliocènes inférieurs de la Toscane, nous croyons devoir rapporter à la formation *zancléenne* les marnes qui renferment ces espèces fossiles.

L'examen et le rapprochement dans lesquels nous venons d'entrer en nous basant sur quelques analogies stratigraphiques et paléontologiques en Italie amènent déjà des conclusions intéressantes.

Cependant, il faut l'avouer, c'est par la connaissance d'un plus grand nombre de nouveaux rapports du même genre que

(1) Coupe géologique de la colline de Sienne. (*Atti della Società italiana di Scienze naturali*).

(2) *Saggio oritografico ed osservazioni sulle terre nautiliche ed ammonitiche della Toscana*.

Testaceografia ac Zoophytografia parva et microscopica.

(3) *Sulla illustrazione delle opere del P. A. Soldani, e della fauna microscopica fossile del terreno pliocenico italiano*.

(4) V. P. Doderlein, *Cenni geologici intorno alla giacitura dei terreni miocenici superiori dell' Italia centrale*.

ces résultats seront mieux affermis. Ce sera un vrai progrès pour la géologie; mais on ne pourra le réaliser que lorsque, en s'appliquant à étudier avec une scrupuleuse attention les roches tertiaires des diverses régions de l'Italie, on sera convaincu qu'il est éminemment utile d'étudier les faunes fossiles, toujours en rapport avec les variations stratigraphiques même les plus légères.

C'est ainsi effectivement que l'on peut parvenir à la véritable connaissance des changements successifs et continuels qui ont eu lieu dans les êtres organisés, d'après les faits paléontologiques mêmes, et non selon les vues de M. Darwin, lesquelles entre mille désaveux ont mérité aussi cette parole de M. Stoppani : *elles trouvent dans la paléontologie, au lieu de preuves, toutes sortes de contradictions.*

L'examen rapide que nous venons de faire des terrains tertiaires de l'Italie nous paraît suffire au but que nous nous sommes proposé, et nous croyons pouvoir nous dispenser de l'étendre à d'autres régions de l'Europe; d'autant plus que les dernières formations tertiaires, ayant en Italie un développement fort remarquable, nous autorisent à généraliser plusieurs des conclusions que nous avons établies.

Il est nécessaire maintenant de donner un coup d'œil sur les classifications que l'on a proposées pour les terrains tertiaires récents, et de les rapprocher des faits et des résultats que nous venons d'exposer.

Dans la classification proposée par M. le marquis Pareto, ce géologue distingue un étage qu'il appelle pliocène inférieur, ou étage complexe tortonien et plaisancien, dans lequel il comprend, ou plutôt il confond le miocène supérieur (tortonien, Mayer) et les argiles pliocènes (plaisancien, Mayer).

Cette réunion est tout à fait contraire aux faits mêmes que nous avons prouvés. Elle fait ranger dans un même groupe les argiles à lignites, les mollasses avec dépôts gypsifères, la formation calcaréo-marneuse, et les calcaires et les argiles pliocènes de l'Italie méridionale.

On ne saurait donc accepter cette réunion sans s'apercevoir de l'erreur qu'il y aurait à grouper ensemble, dans l'Italie méridionale surtout, le *zancléen* avec le tortonien, deux terrains parfaitement distincts par tous leurs caractères et par leurs grandes différences paléontologiques.

Peut-on, au contraire reconnaître le rapport intime qui existe entre le plaisancien et l'astien de l'Italie méridionale, où l'on

est souvent embarrassé lorsqu'il s'agit de préciser les limites de ces deux formations ?

M. Mayer, distinguant dans son *Tableau synchronistique* le tortonien du vrai pliocène et partageant ce dernier en astien et en plaisancien, s'accorde bien plus avec nos conclusions. Si l'on considère les localités qu'il examine dans son tableau, et surtout les Calabres qu'il y comprend, on se convaincra qu'il réunit dans le plaisancien les argiles bleues et les couches qui forment ou représentent le groupe calcaréo-marneux. Cependant, nous ferons remarquer que celui-ci est parfaitement distinct des vraies argiles subapennines, spécialement par les caractères paléontologiques, et surtout dans l'Italie méridionale.

Enfin la classification faite par M. Doderlein s'accorde parfaitement avec les faits géognostiques que nous avons signalés dans les assises tertiaires les plus récentes.

Ces terrains se partageant naturellement en trois groupes, et les dénominations de Mayer étant appliquées au pliocène supérieur et au moyen, le *zancléen* ne sera donc que le pliocène ancien.

Nous allons maintenant résumer en quelques mots les idées que nous venons d'exposer dans cette note.

1° La formation *zancléenne* forme un anneau entre le miocène et le pliocène se rapportant plus spécialement à ce dernier.

2° C'est surtout dans les provinces méridionales de l'Italie que le *zancléen* est le plus développé et le mieux distinct du miocène et du pliocène.

3° A peu près partout, dans le milieu et dans le nord de l'Italie, existent des formations synchroniques avec le *zancléen*. Ce sont d'ordinaire des marnes blanches ou peu colorées ; et, si elles ne se distinguent pas toujours du plaisancien qui les surmonte, aussi nettement qu'en Calabre et à Messine, elles sont néanmoins assez caractérisées par leur faune et par l'abondance des rhizopodes qu'elles contiennent.

4° La formation pliocène se divise donc en trois étages : l'astien, ou pliocène supérieur, formé ordinairement de sables jaunes, le plaisancien, ou pliocène moyen, composé des argiles ou marnes bleues, et enfin le *zancléen* ou pliocène inférieur, consistant en couches marneuses et calcaires peu colorées