

**MÉMOIRES**  
DE LA  
**SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE**  
**DE FRANCE**

---

DEUXIÈME SÉRIE. — TOME DIXIÈME.

---

I.

**MATÉRIAUX**

**POUR UNE ÉTUDE STRATIGRAPHIQUE**

**DES PYRÉNÉES ET DES CORBIÈRES.**

**LES ROCHES OPHITIQUES ET LES TERRAINS QUI LES RENFERM**

Remarques sur la formation des Montagnes Pyrénéennes et Corbiériennes  
et notamment sur l'importance des failles et des érosions

PAR

**M. HENRI MAGNAN**

---

(**MÉMOIRE POSTHUME**)

---

**PARIS**

**AU LOCAL DE LA SOCIÉTÉ, RUE DES GRANDS-AUGUSTINS, 7**

**ET CHEZ F. SAVY, LIBRAIRE**  
**RUE HAUTEFEUILLE. 24**

**1874**

---

I.

**MATÉRIAUX**  
**POUR UNE ÉTUDE STRATIGRAPHIQUE**  
**DES PYRÉNÉES ET DES CORBIÈRES.**

**LES ROCHES OPHITIQUES ET LES TERRAINS QUI LES RENFERMENT**

(LAURENTIEN, CAMBRIEN, SILURIEN, DÉVONIEN, CARBONIFÈRE, HOULLER, PERMIEN, TRIASIQUE.  
JURASSIQUE ET CRÉTACÉ INFÉRIEUR);

**Remarques sur la formation des Montagnes Pyrénéennes et Corbiériennes  
et notamment sur l'importance des failles et des érosions**

PAR

M. HENRI MAGNAN

---

(MÉMOIRE POSTHUME.)

---

Une question importante soulevée depuis quelque temps à propos des ophites pyrénéennes, des terrains qui les renferment et de la formation des montagnes, nous engage à publier sans plus tarder de nombreuses observations sur les Pyrénées et les Corbières, que nous avons amassées durant six années de courses incessantes; ces observations sont accompagnées de 1500 kilomètres de coupes et d'un Essai de carte géologique de ces montagnes.

Cette carte et ces coupes ne sont, à vrai dire, que les premiers matériaux d'une *Étude stratigraphique des Pyrénées et des Corbières* que nous nous proposons d'écrire dès que nous connaîtrons mieux le versant Espagnol; néanmoins les observations et les coupes que nous publions aujourd'hui sont assez nombreuses pour qu'il me soit permis d'espérer qu'elles éclaireront le débat actuel d'une lumière plus vive, et qu'elles *montreront les vraies causes* auxquelles on doit la surélévation de nos massifs montagneux.

Nous allons tout d'abord rappeler les résultats des travaux dont cette grande région a été l'objet.

## HISTORIQUE

DES

## TRAVAUX GÉOLOGIQUES PUBLIÉS SUR LES PYRÉNÉES ET LES COBIÈRES.

Cet historique est divisé en trois sections ; dans la première, nous mentionnons par ordre chronologique les travaux publiés sur la région qui fait plus spécialement l'objet de notre étude (Petites Pyrénées de l'Ariège au nord du massif de Calamane et d'Arbiel) ; dans la seconde, nous donnons, terrain par terrain, un aperçu des principaux mémoires publiés sur les Pyrénées françaises, afin qu'on sache où en était la géologie de ces montagnes quand nous nous en sommes occupé ; dans la troisième, se trouvent mentionnés nos propres travaux depuis 1867, et ceux qui les ont suivis.

L'historique ne commence qu'en 1823, époque à laquelle parut l'*Essai sur la constitution géologique des Pyrénées* par de Charpentier (1). Avant cette époque, les publications les plus importantes à consulter sont celles de Palassou (2), de Flamichon et de Ramond (3). On sait que Palassou reconnut le premier le parallélisme des couches qui constituent la chaîne Pyrénéenne, qu'il étudia l'ophite et les atterrissements formés des débris de la chaîne ; que Flamichon fit connaître les grands traits orographiques et géologiques de ces montagnes, et tacha d'expliquer leur formation ; enfin que Ramond découvrit au sommet du Mont Perdu des restes organisés.

I. — TRAVAUX PUBLIÉS SUR LES PETITES PYRÉNÉES DE L'ARIÈGE  
AU NORD DU MASSIF DE CALAMANE ET D'ARBIEL.

L'ouvrage de de Charpentier (4) est riche en documents intéressants sur cette région ; malheureusement la classification adoptée par ce consciencieux géologue, presque uniquement basée sur les caractères lithologiques, l'amena à confondre dans le terrain de transition des roches bien plus récentes, notamment les formations jurassique et crétacée inférieure ; il groupait souvent dans un même étage sous le nom vague de *calcaire alpin* et de *calcaire du Jura*, alors équivalents de *Zechstein*,

(1) Paris, 1823, avec carte géognostique des Pyrénées.

(2) *Essai sur la Minéralogie des Monts Pyrénées*, Paris ; 1784. — *Mémoires pour servir à l'histoire naturelle des Pyrénées* ; 3 vol., 1815 à 1821.

(3) *Observations faites dans les Pyrénées*, Paris ; 1789. — *Voyage au Mont-Perdu*, Paris ; 1804.

(4) *Loc. cit.*

les terrains crétacés moyen et supérieur, ainsi que l'éocène. Quelquefois, comme à Rimont et à Labastide-de-Sérou, cette désignation comprenait le jurassique et le crétacé inférieur. Les seuls terrains que de Charpentier limita assez exactement furent les terrains granitiques et le grès rouge. Encore a-t-il souvent compris dans ce dernier groupe les terrains rouges du dévonien, notamment entre le Salat et Labastide-de-Sérou.

C'est Dufrenoy qui, en 1830 et en 1834 (1), plaça dans les formations jurassique et crétacée de nombreuses et puissantes couches que l'on croyait avant lui appartenir au terrain de transition. Ses travaux firent faire un grand pas à la géologie des Pyrénées; il convient de dire pourtant que, trompé par des renversements et des failles, il confondit en bien des points, notamment dans l'Ariège (2), sous la dénomination de lias et de calcaire du Jura, le muschelkalk, les marnes irisées, le lias, l'oolithe, le néocomien, l'aptien et l'albien (pour ce savant géologue le trias n'était formé que de grès bigarré); il rangea dans le grès vert de Rochefort (3) les puissantes assises calcaires (calcaire à dicérates) et les schistes qui appartiennent au néocomien, à l'aptien et à l'albien, les roches détritiques à fucoïdes du cénonanien et du turonien, les couches variées du sénonien et du garumnien, et plaça à la partie supérieure de la formation crétacée le terrain à nummulites.

Quelques années après, le même savant (4) classa avec juste raison dans le miocène les couches du bassin sous-pyrénéen; mais il confondit dans cet étage des bancs puissants appartenant à l'éocène (poudingue de Palassou), et il désigna sous le nom de pliocène les dépôts diluviens des plateaux.

Ces données servirent, en 1841, au tracé de la *Carte géologique de la France* par MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont: les terrains cristallophylliens et de transition étaient dans l'Ariège mieux délimités qu'autrefois; cependant les schistes rouges du dévonien se trouvèrent encore confondus entre le Salat et Labastide-de-Sérou dans le terrain triasique. La teinte bleue fut étendue sur une partie du trias, sur le jurassique et sur le crétacé inférieur; tandis que la teinte verte recouvrit en certains points les couches appartenant au terrain crétacé moyen, et en d'autres, notamment dans la partie orientale des Petites Pyrénées de l'Ariège, le trias, le jurassique et le terrain crétacé inférieur; la teinte jaune fut appliquée sur la craie supérieure et le système à nummulites; la teinte violette sur le miocène et l'éocène; enfin la teinte jaune du pliocène, sur le diluvium ancien des plateaux.

M. Jules François publia peu de temps après un excellent travail sur le gisement

(1) *Mém. pour servir à une descript. géol. de la France*, t. I, p. 230, 233; 1830. — *Id.*, t. II, p. 4; 1834.

(2) *Mém. cités*, t. II, p. 499, pl. ix, fig. 4.

(3) *Mém. cités*, t. II, p. 404-405, pl. vi, fig. 3.

(4) *Mém. cités*, t. III, p. 447; 1838.

et le traitement direct des minerais de fer dans les Pyrénées et particulièrement dans l'Ariège (1). Ce travail est accompagné d'une carte des mines et usines à fer de l'Ariège, avec indication de la nature et des limites des terrains, carte qui donne par sa légende la mesure des difficultés qui restaient à vaincre pour arriver à une classification rationnelle des terrains secondaires (2). Nous devons ajouter que les roches primordiales et le terrain de transition proprement dit sont généralement bien indiqués sur cette carte.

Notre savant maître, M. Leymerie, dans un mémoire sur le terrain jurassique des Pyrénées (3), a signalé entre Montégut et Aubert près de Saint-Girons des calcaires crétacés à *Requienia* (calc. à dicérates) enserrant des schistes gris avec des ammonites et de rares bélemnites, (*e e'* de la coupe, *fig. 4*), schistes qu'il rangeait dans le lias, et qui en réalité appartiennent à l'aptien.

D'après ce géologue, « les dépôts quaternaires qui portent la ville de Saint-Girons recouvrent des calcaires noirs, probablement du lias ; et à l'Est, à l'embranchement des routes de Foix et du Mas d'Azil, sont des couches régulières de calcaire impur, rempli de *Gryphæa Maccullochii*. » M. Leymerie indique ensuite à Audinac des schistes terreux avec traces d'ammonites, etc., puis à Montesquieu le lias bien caractérisé par des fossiles de la zone à *Pecten æquivalvis* et à *Belemnites tripartitus*, lequel est surmonté (p. 550) par des calcaires et des dolomies qui ont rappelé à l'auteur les caractères des roches qui se trouvent dans le département de l'Aveyron au même niveau.

M. Noulet, en 1854 (4), montrait que les couches qui constituent le *bassin sous-pyrénéen* devaient être rapportées à deux étages distincts, le miocène et l'éocène ; que ces deux étages, l'un et l'autre composés des mêmes roches, pouvaient néanmoins être distingués à l'aide de caractères stratigraphiques et paléontologiques ; que notamment l'éocène supérieur jouait un rôle important dans la géologie de l'Aude entre les Corbières et la Montagne Noire. Trois ans après (5), il annonçait que ce dernier étage s'étendait à la base des Pyrénées depuis les Corbières jusqu'à

(1) *Recherches sur le gisement et le traitement direct des minerais de fer dans les Pyrénées, et particulièrement dans l'Ariège, suivies de considérations historiques, économiques et pratiques sur le travail du fer et de l'acier dans les Pyrénées* ; Paris, 1843.

(2) C indique : terrains crétacés supérieurs, craie marneuse, chalk passant aux tertiaires inférieurs ; C<sup>1</sup> : *id.* modifié au voisinage des terrains et des roches ignées ; C<sub>1</sub> : crétacés inférieurs, peut-être jurassiques ou lias en quelques points ? ; C<sup>2</sup> : *id.* modifiés ; T : terrains de transition supérieurs, peut-être grès rouge ou bigarré ?

(3) D'Archiac, *Histoire des Progrès de la Géologie*, t. VI, p. 549 ; 1856. — Leymerie, *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XIII, p. 672, pl. xvi ; 1856.

(4) *Mém. sur les coquilles fossiles des terrains d'eau douce du sud-ouest de la France*, p. 19 et suiv., Paris ; 1854.

(5) *Compt. rend.*, t. XLV, p. 4007 ; 14 décembre 1857. — *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XV, p. 277 ; 1858.

la vallée de la Garonne, qu'il reposait en concordance sur le terrain à nummulites plus ou moins fortement relevé; que sa puissance était considérable (au moins 1200 mètres); qu'il contenait en certains lieux des bancs calcaires subordonnés à de nombreuses couches de grès, de marnes et de poudingues; ces calcaires renferment à Sabarat, au nord du Mas d'Azil (localité indiquée à M. Noulet par M. l'abbé Pouech), sept espèces de mollusques, parmi lesquels nous citerons l'*Helix Vialai*, le *Cyclostoma formosum*, le *Planorbis Castrensis*, qui accompagnent ailleurs, et notamment au Mas-Saintes-Puelles (Aude) et à Castres (Tarn), les *Lophiodon*, les *Palæotherium*, les *Propalæotherium*, les *Paloplotherium*, etc., caractéristiques de l'éocène supérieur.

Ces nouvelles vues sur les couches relevées du pied des Pyrénées conduisirent M. Noulet à dire que ce fut postérieurement au dépôt de l'éocène supérieur que la chaîne des Pyrénées prit sa forme définitive, en affectant la direction si tranchée de O. 18° N. à E. 18° S. (p. 283); découverte importante qui, malgré l'autorité du savant paléontologiste, est restée trop dans l'ombre jusqu'à ce jour.

En 1859, M. l'abbé Pouech, dans un remarquable mémoire qui sera toujours consulté avec fruit par les géologues qui s'occuperont des Pyrénées de l'Ariège, donna une coupe détaillée des terrains situés entre le Fossat et Aillères (1). On eut dès lors des renseignements exacts sur le terrain miocène et sur la formation si intéressante et si puissante, connue sous le nom de Poudingue de Palassou, au milieu de laquelle étaient enfermées les coquilles que venait de signaler M. Noulet. On posséda d'excellents documents sur les couches nummulitiques de l'Ariège, dont les nombreux fossiles furent déterminés par M. d'Archiac. M. l'abbé Pouech fit connaître aussi les couches infra-nummulitiques contenant de rares fossiles et des ossements qui ne purent pas être déterminés spécifiquement (23 à 34 de sa coupe, pl. ix), couches qu'il plaça dans le terrain tertiaire inférieur (groupe d'Alet de M. d'Archiac). Nous verrons plus tard qu'elles correspondent au garumnien de M. Leymerie et à la craie supérieure.

Ce consciencieux observateur crut que les grès de Gouzy étaient les mêmes que ceux de Castagnès (33 de sa coupe), tandis qu'ils appartiennent à un étage situé beaucoup plus bas dans la série, au cénonanien supérieur à *Cyclolites semi-globosa*; il crut trouver la plus parfaite analogie entre les couches de sa section K, série VI et « le premier étage crétacé de M. d'Archiac dans l'Aude » (marnes bleues séno-niennes), et ne se prononça pas sur l'âge des poudingues inférieurs, L, même série. On verra que tous les terrains de cette série VI correspondent à la partie inférieure du cénonanien.

(1) *Mém. sur les terrains tertiaires de l'Ariège rapportés à une coupe transversale menée du Fossat à Aillères, passant par le Mas-d'Azil et projetée sur le méridien de ce lieu.* — *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XVI, p. 384; 1859.

Si M. Pouech ne reconnut pas l'existence de la craie moyenne, s'il ne signala que d'une manière timide les accidents de la grotte du Mas-d'Azil, et n'indiqua pas les immenses failles que l'on remarque dans cette région, comme d'ailleurs dans toute la chaîne, on lui doit en revanche d'avoir démontré stratigraphiquement dans le département de l'Ariège la concordance qui existe entre le poudingue de Palassou d'origine fluvio-lacustre, le terrain marin à nummulites et le groupe infra-nummulitique d'origine mixte.

Quelques années après (1), M. l'abbé Pouech découvrait dans le calcaire compacte, siliceux, sub-lithographique, inférieur au calcaire à miliolites (24 de sa coupe précédente, garumnien moyen de M. Leymerie), des fragments de coquilles appartenant aux genres *Limnæa*, *Paludina*, *Cyclostoma* et *Physa*. Ce calcaire s'observe, dit M. Pouech « des bords de l'Aude jusqu'aux rives de la Garonne », c'est toujours entre deux zones de marnes rouges qu'il se trouve, « seulement, à l'ouest du massif ancien de Camarade, ce sont les marnes glauconieuses avec leur cortège de fossiles crétacés ou présumés tels, qui remplacent peu à peu les marnes rouges supérieures. »

Ce géologue termine en disant : qu'il a voulu, en signalant ce fait, soulever de nouveau une question importante, celle de l'analogie qui peut exister entre les formations tertiaires du Nord de la France et celles du Midi.

M. Mussy, ingénieur des mines, dans une note sur les gîtes métallifères de l'arrondissement de Saint-Girons (2), a donné un aperçu des terrains constituant cette région. Il a délimité, à peu de chose près comme ses prédécesseurs, les terrains granitique et de transition, reconnaissant toutefois que le versant sud de la vallée de Riverenert est formé par des schistes pyriteux, noirâtres, rougeâtres, tandis que le versant nord appartient aux calcaires du système dévonien. Pour M. Mussy, ces calcaires reposeraient souvent en discordance sur les schistes (voir la coupe, pl. v, fig. 1); il constatait ensuite que le trias, formé à la base de grès bigarré de couleurs variées, et à la partie supérieure de marnes irisées, est remarquablement continu entre le col del Bouich et Baliar; il rangeait dans le terrain crétacé inférieur (p. 19 du tirage à part, et pl. vi, fig. 1) les couches au nord de la route de Saint-Girons à Foix, colorisées en bleu sur la carte géologique de France, et que nous verrons appartenir à l'infra-lias, au lias inférieur, moyen et supérieur, à l'oolithe, au néocomien, à l'aptien et à l'albien, et disait que « sur toute la ligne de séparation du trias et du calcaire crétacé inférieur (notre calcaire de l'infra-lias) sont de nombreux pointements d'ophites associés au gypse, qui parfois prennent une grande importance... » Cet ingénieur ajoutait « qu'au-delà de Montesquieu et de Clermont, reposent en stratification discordante avec le crétacé inférieur (sans en préciser l'âge) les couches

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXII, p. 46; 1864.

(2) *Bull. de la Soc. de l'Industrie minérale*, t. IX, 11<sup>e</sup> et 111<sup>e</sup> liv.; Saint-Étienne; 24 décembre 1864.

du crétacé supérieur formées d'alternances de marnes et grès calcaires caractéristiques... Plus loin, dans le département de la Haute-Garonne, sont les formations nummulitiques qui sont les dernières ayant subi l'influence du soulèvement des Pyrénées... »

M. Mussy désignait dans le même travail, sous le nom de jurassiques (pl. VI, fig. 1 et 2), les calcaires marmoréens du terrain silurien d'Aulus et du tuc de Bertrone, ainsi que les calcaires et les dolomies du crétacé inférieur du pic de Maléchart, entre Balaguères et Cazavet.

M. Virlet d'Aoust, dans une note sous forme de lettre adressée à M. Élie de Beaumont, note qui fut publiée en 1863 dans le journal l'*Institut*, et plus tard, en 1865, dans le *Bulletin de la Société géologique de France* (1), énonçait cette proposition : « Que l'ophite n'est pas une roche éruptive, mais une roche de sédiment métamorphique; qu'elle appartient à la formation du trias, et qu'elle y représente, avec les marnes gypseuses et salifères l'étage du muschelkalk. » A l'appui de cette manière de voir, il signalait, notamment entre Saint-Girons et Lescure, l'ophite en bancs bien stratifiés paraissant reposer sur le grès bigarré, et divers gîtes ophitiques dessinant deux ou trois lignes d'affleurements parallèles à la chaîne centrale.

Mais M. Virlet confondait alors sous la même dénomination des ophites bien différentes; ce n'est qu'en 1865 que l'étude des roches du Pont de Pouzac et des environs de Bagnères-de-Bigorre (2) l'amena à dire qu'il y avait dans les Pyrénées des ophites de divers âges.

Notre ami, M. le docteur Garrigou, adoptait, dès 1863 (3), la manière de voir de Virlet, et plus tard, en 1865 (4), celle modifiée par le même savant.

Le même géologue, dans son *Aperçu géologique de la vallée de l'Ariège* (5), signalait peu de temps après, en divers points de cette vallée, des témoins de deux périodes glaciaires, puis « l'existence d'un glacier descendant de la chaîne entre Foix et Saint-Girons, et s'étendant vers la plaine jusqu'à plus de 30 kilomètres des crêtes les plus élevées qui lui servaient de point de départ. »

Il est évident qu'en certains lieux, et notamment dans cette dernière région, M. Garrigou a pris pour une moraine le conglomérat bréchoïde incohérent de la base de la craie moyenne, que nous avons désigné plus tard sous le nom de *Conglomérat de Camarade*.

Nous ne connaissons jusqu'à présent dans les Pyrénées qu'une seule période glaciaire ancienne; elle date de l'époque quaternaire.

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXII, p. 324; 1865.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXII, p. 324 et suivantes.

(3) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XII, p. 327.

(4) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXII, p. 488, 504. — Voir aussi *Id.*, t. XXIII, p. 434, 434 (coupe n<sup>o</sup> 42); 1866. — *Mém. Acad. des Sc. de Toulouse*.

(5) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXII, p. 514-512; 1865.

L'année suivante, c'est-à-dire en 1866, M. Garrigou donnait une *Étude de l'étage turonien du terrain crétacé supérieur le long du versant nord de la chaîne pyrénéenne*, étage qu'il dit reposer en discordance, tantôt sur le cénomaniens, tantôt sur des terrains plus anciens, et dans lequel il confond les argiles sénoniennes, les grès turoniens proprement dits, les grès cénomaniens à empreintes végétales et la brèche inférieure de Caraybat, de Montgaillard, de Capvern, etc., (partie supérieure du conglomérat de Camarade). Dans cet étage ainsi constitué il signale des fossiles turoniens à Leichert, et des fossiles turoniens et sénoniens à Sainte-Croix (Ariège).

Il est fâcheux que M. Garrigou, sur l'autorité, il est vrai, de savants éminents (Dufrénoy, M. Leymerie), ait cru que la craie inférieure des Pyrénées (calcaire à dicérates de Dufrénoy) était cénomaniens. C'est ce qui l'a surtout conduit à confondre dans le turonien des terrains plus anciens et à admettre une discordance entre le turonien et le cénomaniens ; tandis que la vraie discordance (nous le verrons plus loin) existe entre le cénomaniens et l'albien. Il n'en est pas moins vrai, et nous tenons à rendre cette justice à M. Garrigou, qu'il a entrevu en certains points la partie supérieure du conglomérat bréchoïde de la craie moyenne, tout en rangeant ce conglomérat, faute de documents suffisants, dans un étage qui n'était pas le sien.

Enfin, en 1867, figurait à l'Exposition universelle de Paris une carte géologique de l'Ariège due à M. Mussy. La légende de cette carte, accompagnée de quelques détails sur la nature des terrains et sur leur caractéristique, a été insérée dans les *Notices sur les collections, cartes et dessins relatifs au service du corps impérial des mines, réunis par les soins du ministre du commerce et des travaux publics* (p. 39) (1).

M. Mussy, après avoir parlé des formations granitiques constituant trois massifs principaux dans le département de l'Ariège et qu'il range avec les micaschistes dans les *terrains primitifs*, dit que les *terrains de transition* des Pyrénées se divisent en trois étages : silurien inférieur, silurien supérieur ou purchisonien, dévonien. Le premier est azoïque ; les deux autres sont au contraire fossilifères.

Vient ensuite le *trias*, qui se compose, d'après cet ingénieur, de deux termes : le grès bigarré proprement dit et les marnes irisées.

Sur ce terrain reposent les formations jurassiques qui, suivant l'auteur, « ne sont représentées dans l'Ariège que par leur base, le *lias* divisé en trois membres : » (lias inférieur, lias supérieur, marnes supraliasiques) (p. 51).

M. Mussy comprend dans le lias inférieur, outre les calcaires caverneux et les brèches de la base, les couches fossilifères bien connues du lias moyen à *Gryphæa cymbium* et *Pecten æquivalvis* ; dans le lias supérieur, les puissantes assises de calcaire dolomitique et les brèches dolomitiques de l'oolithe inférieure, moyenne et

(1) Paris, Imprimerie impériale et Paul Dupont ; 1867.

supérieure ; dans les marnes supraliasiques, les argiles rouges ferrugineuses pisolithiques qui remplissent les joints des failles, et un banc puissant de roche très-noire, charbonneuse, à *Ammonites*, qui prend, dit l'auteur (p. 53), un très-grand développement dans les bassins du Lhers et du Salat. Cette roche n'est autre chose que les schistes noirs du terrain aptien.

Quant au *terrain crétacé*, après avoir dit de nouveau (p. 55) que « tous les étages » jurassiques supérieurs aux marnes supraliasiques manquent dans les Pyrénées, » où l'on passe directement du lias au calcaire à dicérates, qui, selon toute probabilité, paraîtrait représenter les parties supérieures de l'étage crétacé du nord de » la France, » M. Mussy ajoute que ce terrain est divisé en deux membres bien distincts.

Le premier, c'est-à-dire l'inférieur, est le calcaire bien connu sous le nom de calcaire à dicérates ou à *Requienia*, qui, en avant de la chaîne primitive septentrionale (Petites Pyrénées de l'Ariège), reste lié à la formation du lias et forme des couches régulières et étendues. Ces couches, en réalité, on le verra bientôt, appartiennent au néocomien, à l'aptien et à l'albien.

Le second, c'est-à-dire le membre supérieur, est placé par M. Mussy « à la partie supérieure de la craie blanche du nord de la France, le calcaire à dicérates en occupant l'étage inférieur (p. 56). » Par les détails donnés, on voit que l'auteur comprend dans ce système supérieur les couches poudingiformes, marneuses, argileuses, gréseuses, avec calcaires subordonnés qui appartiennent au cénomanien et au turonien.

Puis M. Mussy comprend dans ce qu'il désigne sous la rubrique de *Terrains nummulitiques* :

1° Sous le nom de grès sableux et de marnes rouges (p. 59, 60) : les grès et les marnes de la craie de Maëstricht (partie inférieure du groupe d'Alet de M. d'Archiac) ;

2° Sous le nom de calcaire à miliolites : le calcaire sub-lithographique et les calcaires marneux avec fossiles lacustres du garumnien de M. Leymerie (partie supérieure du groupe d'Alet), et les calcaires et marnes à miliolites proprement dits.

3° Sous le nom d'étage à nummulites : les couches à *Ostrea uncinifera* et à nummulites ; les grès à empreintes végétales, et les grès et argiles d'origine fluvio-lacustre connus sous l'appellation de grès de Carcassonne.

4° Sous le nom d'alternances variées avec bancs lacustres : les argiles gréseuses, les poudingues et les calcaires à fossiles terrestres et lacustres de Sabarat, de l'âge des *Palæotherium*.

5° Sous le nom de poudingue de Palassou, les poudingues supérieurs.

M. Mussy place ensuite dans le *Tertiaire miocène* les marnes et les calcaires marneux de cet horizon et le limon caillouteux (pliocène des auteurs) ;

Dans le *Terrain quaternaire*, les dépôts diluviens des terrasses ;

Et dans le *Diluvium*, les dépôts récents connus sous le nom de diluvium des vallées.

Cet ingénieur ne se prononce pas sur l'origine des roches ophitiques ; il dit seulement « qu'on les rencontre dans tous les terrains depuis le granite jusqu'à l'étage » à nummulites, » et « qu'elles s'étendent en ligne presque continue de Foix à Saint- » Girons (p. 68). »

Voilà les documents que l'on possédait en 1866 sur les *Petites Pyrénées de l'Ariège au nord du massif de Calamane et d'Arbiel*. Quoique importants à plusieurs points de vue, ces documents ne suffiraient pas pour montrer l'état de la science géologique, dans les Pyrénées françaises, avant nos observations ; c'est ce qui nous a engagé à donner, terrain par terrain, un aperçu des principaux travaux publiés sur ces montagnes.

## II. APERÇU DES PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS SUR LES PYRÉNÉES FRANÇAISES DEPUIS DE CHARPENTIER JUSQU'EN 1867.

### *Terrains granitiques et cristallophylliens.*

Tous les auteurs s'accordent à reconnaître que ces terrains jouent un rôle considérable dans la constitution des Pyrénées, et qu'ils apparaissent quelquefois à la base des montagnes. Palassou, de Charpentier, et en dernier lieu MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont en ont fixé les limites d'une manière généralement exacte.

### *Terrains de transition.*

Nous avons vu que de Charpentier avait compris dans cette formation des roches secondaires. Dufrénoy les sépara et rangea les terrains de transition proprement dits des Pyrénées à la partie inférieure de ce système, c'est-à-dire dans le terrain cambrien (1).

L'ensemble des travaux publiés depuis lors par MM. de Verneuil (2), Durocher (3),

(1) *Mém. pour servir à une descript. géol. de la France*, t. II, p. 208 ; 1834.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 1<sup>o</sup> sér., t. X, p. 56 ; 1839. — *Id.*, 2<sup>o</sup> série, t. VII, p. 224 ; 1850. — *Id.*, t. XII, p. 74 ; 1854.

(3) *Ann. des mines*, 4<sup>o</sup> série, t. VI, p. 86.

Jules François, de Pinteville (1), Boubée (2), Leymerie (3), Bourjot (4), Noguès (5), Mussy, Garrigou (6), de Mercey (7), E. Frossard (8), a prouvé que les trois grands systèmes des terrains de transition, cambrien, silurien et dévonien, sont représentés dans les Pyrénées.

Les publications qu'il convient surtout de signaler sont celles de MM. de Verneuil, Leymerie et Garrigou.

On doit à M. de Verneuil la détermination de nombreux fossiles et des rapprochements du plus haut intérêt entre les terrains de transition des Pyrénées et ceux qu'il a étudiés dans le reste de l'Europe.

C'est M. Leymerie qui a démontré stratigraphiquement en 1850 l'existence du silurien que des *graptolithes* trouvés par Boubée faisaient soupçonner. En effet la *Coupe géognostique de la vallée d'Aran* montre que des calcaires bleus, noirâtres, gris, renfermant des Encrines, des Orthocères et la *Cardiola interrupta*, sont surmontés par des calschistes verts et rouges, de l'âge de ceux de Campan et de Caunes, antérieurement comparés par MM. de Buch, Girard et de Verneuil, aux calcaires rouges dévoniens à *Goniatites* de Nassau et de Westphalie, ce que la découverte du *Phacops latifrons* près de Saint-Béat, par M. Leymerie, vint confirmer.

M. Garrigou a récemment étudié dans l'Ariège, au-dessous des terrains siluriens supérieur et inférieur, des granites stratifiés au milieu desquels sont enclavés des couches schisteuses et calcaires renfermant l'*Eozoon Canadense*; il range ce système infra-granitique dans le laurentien ou cambrien. M. Garrigou ajoute que les gisements de calcaires et de schistes enclavés dans les granites du port d'Oo, du pic du Midi, de Néouvielle et du pays Basque, signalés par Palassou, Ramond et de Charpentier, appartiennent à cet étage.

#### *Terrain houiller.*

Ce terrain n'a été signalé jusqu'à ce jour, d'une manière certaine, qu'aux deux extrémités de la chaîne, à Ségure et à Tuchan (Corbières), où il a été étudié d'abord

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. I, p. 437; 1844.

(2) *Id.*, t. II, p. 404; 1845.

(3) *Id.*, t. VII, p. 240; 1850; — t. XX, p. 254; — t. XIX, p. 4433. (Réunion extraord. à Saint-Gaudens).

(4) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XII, p. 68; 1854.

(5) *Id.*, t. XIX, p. 445; 1864. — *Id.*, t. XX, p. 703; 1863.

(6) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXII, p. 508; 1865. — *Id.*, t. XXV, p. 97; 1867.

(7) *Id.*, t. XXIII, p. 280; 1866.

(8) *Bull. Soc. Ramond*, t. II, p. 405; 1867. — *Id.*, t. III, p. 33; 1867.

par Dufrénoy (1), puis par M. Noguès (2) ; à la Rhune et à Sare (Basses-Pyrénées), où il a été plus récemment visité par la Société géologique de France (3), et rapporté par M. Bureau à la partie moyenne et supérieure de la formation.

### *Terrain permien.*

Quelques géologues seraient disposés à voir dans les grès, les poudingues et les schistes rouges de la vallée de la Nive et de la Rhune (Basses-Pyrénées) (4), un représentant de cette formation qui, d'après nous, existe dans les Corbières au-dessous des dolomies et des grès bigarrés du trias.

### *Terrain triasique.*

De Charpentier limita le premier cette formation, qu'il désigna sous le nom de *Terrain de grès rouge* (5). Il reconnut qu'elle repose sur le système de transition ou sur le terrain primitif, quelquefois en stratification discordante.

Dufrénoy rangea, vers 1838, le grès rouge de de Charpentier dans le grès bigarré (6) ; il constata, comme ce dernier, que, dans plusieurs localités, la stratification entre le terrain de transition et le grès rouge est transgressive ; mais, comme lui aussi, il confondit quelquefois sous une même teinte les deux terrains (vallée d'Aspe, ainsi que l'a fait voir M. Leymerie (7), et Petites Pyrénées de l'Ariège, ainsi que nous le montrerons bientôt).

M. Coquand (8) soutint que le grès rouge des Pyrénées ne pouvait être séparé des calschistes amygdalins à nautilus du terrain de transition, et qu'il convenait de supprimer dans ces montagnes la formation du grès rouge ou du grès bigarré.

M. Leymerie (9) dit que le grès rouge pyrénéen correspond au grès bigarré des Vosges, qu'il « paraît jouer le rôle d'une formation indépendante, bien qu'il semble » souvent associé et lié même quelquefois aux griottes dévoniennes. »

(1) *Explicat. de la carte géol. de France*, t. I, p. 594 ; 1854.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XIV, p. 785 ; 1857. — *Id.*, t. XVI, p. 769 ; 1859.

(3) *Id.*, t. XXIII, p. 824 et 846 ; 1866. (Réunion extraord. à Bayonne).

(4) Leymerie, *Éléments de minéral. et de géol.*, p. 542, Toulouse ; 1866. — *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXIII, p. 824 ; 1866.

(5) *Ouv. cité*, p. 422 et 432.

(6) *In d'Archiac, Hist. des prog. de la géol.*, t. VIII, p. 207 ; 1860.

(7) *Acad. Sc. Toulouse* ; 1866.

(8) *Bull. Soc. géol.*, 1<sup>e</sup> série, t. IX, p. 225 ; 1838.

(9) *Esquisse géognost. des Pyrénées de la Haute-Garonne*, p. 43 et 44, Toulouse ; 1858.

MM. Hébert et de Rouville (1) reconnaissent, dans les marnes irisées gypseuses et salines de Salies-du-Salat, un représentant du keuper.

Nous avons dit que dans les Petites Pyrénées de l'Ariège les marnes irisées étaient classées dans le trias, et que MM. Virlet et Garrigou considéraient les ophites de cette région comme représentant le muschelkalk. On verra plus tard que le vrai muschelkalk calcaire existe, et que les ophites entre Saint-Girons et Foix sont comprises dans les marnes irisées.

### *Terrain jurassique.*

Nous avons rappelé que de Charpentier croyait que cette formation faisait partie du terrain de transition, et que Dufrénoy, en 1834, y comprenait, dans les Petites Pyrénées de l'Ariège, d'autres terrains très-différents. Nous devons ajouter que sur la *Carte géologique de la France* la teinte bleue du jurassique indique le long des Pyrénées ces divers étages, quelquefois même le terrain de transition marmoréen (Saint-Béat, Aulus, etc.).

Nous allons citer les noms des géologues qui depuis lors ont signalé des fossiles appartenant aux divers étages du terrain jurassique :

- dans l'infralias, M. l'abbé Pouech (2) ;
- dans le lias moyen et supérieur, MM. Tournal (3), Boué (4), Vène, Leymerie, d'Orbigny (5), d'Archiac, Viquesnel (6), Noguès, Mussy, Garrigou (7), Hébert, E. Frossard (8) ;
- dans le corallien, MM. Leymerie, Hébert et E. Frossard ;
- dans le kimméridgien, M. Hébert.

Nous mentionnerons plus particulièrement les travaux de MM. Leymerie, d'Archiac, Noguès et Hébert.

M. Leymerie, dans un mémoire sur le terrain jurassique des Pyrénées dont un résumé a été inséré dans l'*Histoire des progrès de la géologie* de M. d'Archiac (9), fit connaître le gisement exact de plusieurs fossiles du lias moyen et supérieur dans les

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XIX, p. 4444 ; 1862. (Réunion extraord. à Saint-Gaudens).

(2) D'Archiac, *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXII, p. 462 ; 1864.

(3) *Journal de géol.*, t. I, p. 249 ; 1830.

(4) *Bull. Soc. géol.*, 1<sup>e</sup> série, t. III, p. 327 ; 1833.

(5) *Prodrome de Paléontolog. stratig.*, t. I ; 1850.

(6) D'Archiac, *Hist. des prog. de la géol.*, t. VI, p. 538 ; 1856.

(7) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXII, p. 495-505 ; 1865. — *Id.*, t. XXIII, p. 424 ; 1866.

(8) *Bull. Soc. Ramond*, t. II, p. 69 ; 1867.

(9) T. VI, p. 544 ; 1856. — *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XIII, p. 674, pl. xvi ; 1856.

départements de l'Aude, de l'Ariège, de la Haute-Garonne et des Hautes-Pyrénées. M. Leymerie plaça dans le système oolithique moyen les calcaires dolomitiques noirâtres et les calcaires de teinte plus claire à fossiles indéterminables et à nérinées coralliennes de Bèze-Nestos, en disant, ce qui est encore aujourd'hui très-vrai, que la séparation du groupe oolithique et des dépôts crétacés inférieurs est difficile à tracer (p. 544).

Mais le savant professeur, induit en erreur, comme Dufrenoy, par des accidents multiples et par les caractères lithologiques, comprit dans cette grande formation des terrains d'âge bien différent : dans le lias, les puissants dépôts schisteux et calcaires de l'aptien et de l'albien de Sauveterre et d'Encausse (p. 548), de Lacave, des bords du Salat, etc., et dans le *jurassique métamorphique*, les calcaires marmoréens de Saint-Béat et de Cazaunous appartenant au terrain silurien.

En 1858 (1), le même géologue trouve près de Miramont (Haute-Garonne) des fossiles du lias qu'il croit en place, et qui en réalité appartiennent à la brèche céno-manienne que nous avons désignée plus tard sous le nom de Conglomérat de Camarade. Il place par suite dans le terrain jurassique cette brèche, ainsi que le calcaire crétacé à dicérates de Dufrenoy, et étend ce classement à toutes les Pyrénées (2).

On peut dire que presque tous les géologues qui se sont occupés des Pyrénées centrales ont confondu, comme Dufrenoy et M. Leymerie, les schistes noirâtres aptiens et albiens avec le lias : Viquesnel et M. E. Frossard, dans les Hautes-Pyrénées ; MM. François, Mussy et Garrigou (3), dans l'Ariège.

M. d'Archiac signalait, en 1855, dans le département de l'Aude (4), de nombreux fossiles appartenant au lias moyen et supérieur ; il mentionnait peu de temps après le gisement de Foix (5). Cet éminent géologue limitait en 1859 sur sa carte géologique des Corbières (6), beaucoup mieux qu'on ne l'avait fait jusqu'alors, le terrain jurassique de cette région ; mais il y comprenait encore, comme ses devanciers, les couches triasiques.

M. Noguès, qui, dès 1857 (7), avait exposé le résultat de ses recherches sur le

(1) *Esquisse géognostiq. des Pyrénées de la Haute-Garonne*, Préambule, p. xiv, Toulouse ; 1858. — *Compt.-rend. de l'Acad. des Sc.*, t. XLVI, p. 848 ; 1858.

(2) Voir aussi : *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XIX, p. 4434, 4437 et suiv. — *Carte géol. des petites Pyrénées de la Haute-Garonne*, pl. xxii. — *Coupe de la partie inférieure de la vallée d'Aran*, pl. xxiii, fig. 7. — *Coupe transversale des Pyrénées partie centrale*, même planche, fig. 8. (Réunion extraord. dans la Haute-Garonne) ; 1862. — *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XX, p. 245 ; 1863. — *Éléments de minéral. et de géol.*, p. 591, Toulouse ; 1866.

(3) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXII, p. 496-512, (Marnes supraliasiques, n<sup>o</sup> 6 des figures de la pl. v) ; 1865. — *Id.*, t. XXIII, p. 425 ; 1866.

(4) *Résumé d'un essai sur la géol. des Corbières*, (Société philomatique, 15 juillet 1855. — *L'Institut* 29 août, 5 et 12 septembre 1855.) — *Histoire des progrès de la géol.*, t. VI, p. 526 et suiv. ; 1856.

(5) *Hist. des progrès de la géol.*, t. VI, p. 535 ; 1856.

(6) *Mém. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. VI, p. 420, pl. vi ; 1859.

(7) *Études stratig. sur les environs de Tuchan*, Carcassonne ; 1857.

lias de l'Aude, donne, quelques années après, un mémoire sur les *Dépôts jurassiques du Languedoc Pyrénéo-Méditerranéen comparés à ceux du bassin du Rhône et de Paris* (1), dans lequel il résume ses observations. Cet observateur range (p. 528 de l'extrait) dans le groupe oolithique inférieur (bajocien et bathonien) le calcaire compact à Nérinées des Pyrénées et le calcaire fétide dolomitique des Corbières; dans le toarcién et le liasien, les couches fossilifères du lias; dans le sinémurien, les calcaires magnésiens de la base, les marnes irisées gypseuses du trias et les dolomies du muschelkalk. Pour M. Noguès, le trias des Pyrénées et de la région cévennique n'est formé que par les grès rouges (grès bigarré), et ces mêmes grès, dans les Corbières, sont compris par lui dans le lias (2).

Dans un mémoire sur le terrain crétacé inférieur des Pyrénées dont nous parlerons bientôt, M. Hébert s'est occupé aussi de la formation jurassique. Il a donné des indications sur les couches liasiques et à nérinées qui constituent le mont Saint-Sauveur près de Foix (3), petite montagne qu'il croit, avec M. Leymerie, n'être que le résultat d'un simple plissement (en réalité, elle est due à plusieurs failles); il a indiqué vers Leichert, pincé entre des brisures multiples, l'infralias avec débris de poissons, découvert par M. Pouech; il a signalé dans les calcaires de Bize, rapportés par M. Leymerie au groupe oolithique, quatre espèces de nérinées de forme corallienne; puis, près du pont de Hennemorte, sur le Gers, des schistes et des calcaires schisteux remplis d'*Ostrea virgula* du kimmeridgien.

En présence de ces divers horizons, M. Hébert aurait sans doute reconnu l'analogie qui existe entre le terrain jurassique des Pyrénées et celui du nord de la France, si, comme M. Leymerie, il n'eût pas été trompé à Miramont par les roches fossilifères qui constituent la brèche de la base du cénomanién. Pensant que les fossiles qu'il recueillait là étaient à leur vraie place, il a rangé une partie de cette brèche dans le lias moyen, parce qu'il y rencontrait la *Terebratula punctata* (Conglomérat E de la coupe du calcaire de Miramont, et l'autre partie dans la craie inférieure, parce qu'il y trouvait un bloc pétri d'*Orbitolina discoidea* et *conoidea* (7 de la coupe de la grande route d'Aspet au Mont-Jaymes); ce qui l'a amené à conclure « que pendant toute la longue période qui s'est écoulée de l'une à l'autre de ces » deux époques (lias et crétacé inférieur), Miramont a été un rivage tantôt immergé, mais le plus souvent émergé. »

(1) Lyon; 1862. (Un extrait de ce mémoire a été publié dans le *Bull. de la Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XIX, p. 504; 1862.)

(2) Voir à propos d'une communication de M. de Rouville sur les gypses du Midi de la France, que ce savant place avec raison dans le trias, une note de M. Noguès, lequel continue à croire que les gypses des Corbières appartiennent au lias, *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XX, p. 42; 1862. — *Id.* t. XXIII, p. 604; 1866.

(3) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXIV, p. 344 et suiv. : 1867.

*Terrain crétacé.*

On ne pouvait se faire en 1834 une idée bien nette de la formation crétacée des Pyrénées. Pour Dufrénoy (1) le calcaire à dicérates, qu'il avait séparé du terrain de transition avec lequel de Charpentier le confondait, correspondait aux grès verts de Rochefort ; il pensait que les couches de Ribaute (garumnien de M. Leymerie) se trouvaient au niveau de l'argile wealdienne des Anglais (pp. 57 et 105), et que les nummulites étaient mélangées au terrain de craie.

Depuis lors, des fossiles appartenant à la partie inférieure de cette formation, c'est-à-dire au néocomien, à l'aptien et à l'albien, ont été signalés par MM. Delbos, Agassiz et Desor (2), d'Orbigny (3), d'Archiac, Raulin (4), Leymerie et Cotteau (5), Dumortier (6), Noguès (7), Leymerie (8), Pouech (9), Cotteau (10), Garrigou, Hébert.

M. d'Archiac, en signalant dès l'année 1855 (11), dans le département de l'Aude, l'existence du néocomien, croyait que l'aptien et l'albien n'étaient pas représentés dans cette région. L'année suivante, il rapportait au néocomien moyen le calcaire à Caprotines du mont Saint-Sauveur près de Foix (12). Plus tard, en 1850, dans son mémoire sur les Corbières (13), il citait dans le terrain crétacé inférieur, qu'il divisait en deux sous-étages, de nombreux fossiles appartenant au néocomien, à l'aptien et à l'albien ; mais il ne se prononçait pas sur la place définitive de ces deux sous-étages, parce que, disait-il, « les calcaires à Caprotines, malgré leur analogie avec » ceux de la Provence, ne nous ont présenté aucune espèce bien déterminable qui » puisse en prouver le parallélisme (p. 419). »

M. Leymerie, qui depuis longtemps s'était rangé à la manière de voir de Dufrénoy (14), continuait en 1866 (15) à rapporter au groupe cénomaniens les couches

(1) *Mém. pour serv. à une descript. géol. de la France*, t. II, p. 80.

(2) Catalogue des échinodermes, *Ann. des sc. naturelles*, t. VI, VII, VIII ; 1847.

(3) *Prodrome de paléont. stratig.*, t. II.

(4) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XIII, p. 470 ; 1856.

(5) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XIII, p. 349 ; 1856.

(6) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XVI, p. 869 ; 1859. — *Id.*, t. XVII, p. 244 ; 1860.

(7) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XVIII, p. 548 ; 1864.

(8) *Compt.-rend.*, t. LIV, p. 683 ; 1862.

(9) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XIX, p. 570-574 ; 1862.

(10) *Échinides fossiles des Pyrénées*, Paris ; 1863.

(11) *L'Institut*, 29 août, 5 et 12 septembre 1855. — *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XIII, p. 12 ; 1855.

(12) *Hist. des prog. de la géol.*, t. VI, p. 535 ; 1856.

(13) *Mém. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. VI ; 1859.

(14) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XIII, 357, 360 ; 1856. — *Id.*, t. XX, p. 269 ; 1863.

(15) *Éléments de minéral. et de géol.*, 2<sup>e</sup> édition, p. 639 et 947. — *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXIII, p. 834. (Réunion extraord. à Bayonne ; 1866.)

néocomiennes de Vinport et de Foix, les bancs à *Orbitolina conoidea* et *discoidea* de la Haute-Garonne et les couches à caprotines de l'albien des Corbières. Pour lui, l'aptien était très-faiblement représenté dans nos montagnes, ce qui s'explique quand on songe qu'il rangeait dans le terrain jurassique les couches aptiennes à serpules et à ammonites de Sauveterre, et d'une manière générale, le calcaire à dicérates de Dufrénoy.

M. Delbos, en 1854 (1), et M. Garrigou, en 1865 et en 1866 (2), adoptaient l'opinion de Dufrénoy et de M. Leymerie, c'est-à-dire rangeaient dans le groupe céno-manien les assises à *Ostrea macroptera*, *Terebratula sella*, etc.

Vers le commencement de l'année 1867, M. Hébert, dans un travail d'ensemble sur le terrain crétacé inférieur des Pyrénées (3), émit l'opinion que le néocomien inférieur ne s'y montre pas; que le calcaire à dicérates de Dufrénoy, qui contient la *Caprotina Lonsdalii*, y représente partout et uniquement l'urgonien (néocomien moyen pour M. Hébert); que les couches à *Exogyra sinuata* appartiennent à l'aptien (néocomien supérieur pour M. Hébert), et que le gault ne s'observe que dans les Corbières et près de Foix. Nous verrons bientôt que le terrain crétacé inférieur est beaucoup plus complexe que ne le pense le savant professeur de la Sorbonne; que l'albien est très-développé, que cet étage renferme, comme l'aptien et le néocomien, des couches à Caprotines; que le néocomien inférieur joue un rôle considérable le long de la chaîne, et qu'il contient, lui aussi, les mêmes rudistes. Le mémoire de M. Hébert a néanmoins, en dissipant bien des doutes sur certaines couches du terrain crétacé inférieur, fait faire un pas à la géologie des Pyrénées.

Quant à la partie moyenne et supérieure du terrain crétacé, les travaux de MM. Vène (4), d'Archiac (5), Leymerie (6), Leymerie et Cotteau, Boubée (7), d'Orbigny (8), Delbos, Agassiz, Desor, Raulin, Pouech (9), Dumortier (10), Noguès (11), Cotteau, Jacquot (12), Garrigou, E. Frossard (13), ont fait connaître certains fos-

(1) *Essai d'une descript. géol. du bassin de l'Adour*, Bordeaux; 1854.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXII, p. 505, 506; 1865. — *Id.*, t. XXIII, p. 423; 1866.

(3) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXIV, p. 323; 1867.

(4) *Ann. des mines*, 3<sup>e</sup> série, t. VI, p. 465; 1834.

(5) *Mém. Soc. géol.*, 1<sup>e</sup> série, t. II, p. 467 et suiv.; 1837, etc.

(6) *Compt. rend.*, t. XXIX, p. 308; 1849, etc.

(7) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. IV, p. 570, 1011; 1847.

(8) *Prodrome de paléontologie*.

(9) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XVI, p. 440; 1859. — *Id.*, t. XXII, p. 46; 1864.

(10) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XVI, p. 863; 1859.

(11) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XVIII, p. 548; 1864. — *Id.*, t. XIX, p. 95; 1864.

(12) *Description géol. des falaises de Biarritz, de Bidard*, etc. (*Act. de la Soc. linnéenne de Bordeaux*, t. XXV); 1864.]

(13) *Bull. Soc. Ramond*, t. I, p. 460; 1866.

siles indiquant l'existence des étages cénomanien, turonien, sénonien, de la craie de Maëstricht et du garumnien.

Nous devons notamment signaler parmi ces travaux ceux de M. Delbos (1) et de M. Raulin (2); ces deux géologues, en 1847 et en 1848, établirent un rapprochement exact entre la craie supérieure des bords de l'Adour et celle du nord de la France.

M. d'Archiac, dans sa coupe des environs des bains de Rennes (3), indiquait le gisement précis des nombreux fossiles que l'on trouve dans cette région depuis la zone à *Exogyra columba* jusqu'aux marnes bleues sénoniennes.

Quelques années après, dans son grand mémoire sur les Corbières, il divisait, avec juste raison, le terrain créacé de l'Aude en deux parties distinctes; car la partie supérieure, qui comprend, outre le sénonien et le turonien, la zone à *Exogyra columba* et *Orbitolina concava*, repose en *discordance* sur le terrain créacé inférieur à Caprotines.

Il convient pourtant de dire que M. d'Archiac considérait comme tertiaires, sous la dénomination de groupe d'Alet, des couches gréseuses et calcaires, qui en réalité appartiennent à la craie supérieure et au garumnien, et qu'il comprenait quelquefois dans ce même groupe d'Alet, notamment dans les Basses Corbières, entre Ville-rouge et Caumon, des grès et des dolomies appartenant au trias et au permien.

L'on doit aussi à M. Leymerie d'avoir fait connaître d'une manière indiscutable la craie blanche et la craie de Maëstricht à Gensac, Monléon et Ausseing (4), et d'avoir ensuite créé le système garumnien (5), qui comprend dans les Pyrénées les couches infra-nummulitiques, d'origine marine et lacustre, comprises entre le calcaire à miliolites et les bancs à *Hemipneustes radiatus* de la craie de Maëstricht (parties supérieure et moyenne du groupe d'Alet).

#### *Terrain tertiaire.*

De Charpentier le désignait sous le nom de *terrain tertiaire et d'atterrissements*, sans aucun détail.

Pour Dufrenoy, qui, avons-nous dit, plaçait le terrain nummulitique dans la craie, croyant que les fossiles de ces deux formations étaient mélangés, les calcaires de

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. IV, p. 712; 1847.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. V, p. 121; 1848.

(3) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XI, p. 185; 1854.

(4) *Mém. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. IV, p. 177; 1854. — *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. X, p. 518; 1853. — *Id.* t. XIX, p. 1097. (Réunion extraordinaire à Saint-Gaudens; 1862.)

(5) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XX, p. 483; 1863. — *Id.* t. XXII, p. 364; 1865. — *Id.* t. XXIII, p. 550; 1866. — *Id.* t. XXIV, p. 308; 1867.

Gar anx et de Lesperon près de Dax (miocène inférieur), représentaient le calcaire grossier de Paris et par suite l'étage inférieur du terrain tertiaire du Midi (1); son étage moyen comprenait l'éocène supérieur et le miocène; l'étage supérieur, les sables des Landes et les dépôts caillouteux des plateaux. En 1841, sur la carte géologique de la France, les deux étages moyen et supérieur furent seuls représentés au pied des Pyrénées.

Jusqu'en 1843, époque à laquelle d'Orbigny soutint le premier qu'on ne trouvait pas de nummulites mélangées au terrain de craie (2), la plupart des géologues partageaient encore l'opinion de MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont (3). Pour M. Leymerie, le terrain à nummulites n'était alors « ni crétacé, ni tertiaire »; il crut devoir lui donner un nom nouveau, celui d'*Épicrétacé* (4).

Malgré le point de vue auquel il se plaça, les publications de M. Leymerie, parmi lesquelles nous citerons le *Mémoire sur le terrain épicrétacé des Corbières et de la Montagne Noire*, rendirent de grands services à la science géologique et furent justement appréciées.

Depuis lors, les travaux de MM. S. Pratt (5), Deshayes (6), Thorent (7), Delbos (8), d'Archiac (9), ont démontré que le terrain nummulitique est bien distinct du terrain crétacé. Ensuite parurent les publications de MM. Alex. Rouault (10), Raulin (11), Tallavignes. Ce dernier pensait (1847) que la formation nummulitique se divisait en deux étages, discordants l'un par rapport à l'autre, qu'il désignait sous les noms de

(1) *Mém. pour servir à une descript. géol. de la France*, t. III, p. 4.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 1<sup>re</sup> série, t. XIV, p. 486; 1843.

(3) *Mém. pour servir à une descript. géol. de la France*, t. II, p. 105. — *Bull. Soc. géol.*, 1<sup>re</sup> série, t. XIV, p. 490; 1843. — Voir : Grateloup qui rapportait au grès vert les faunes nummulitiques et crétacées. (*Mém. de géo-zoologie*, etc. *Act. de la Soc. Linn. de Bordeaux*, t. VIII, p. 447; 1836.) — D'Archiac (*Mém. Soc. géol.*, t. II, p. 470, 475; 1836). — De Collegno (*Bull. Soc. géol.*, 1<sup>re</sup> série, t. X, p. 309; 1839), etc.

(4) *Bull. Soc. géol.*, 1<sup>re</sup> série, t. XIV, p. 527; 1843. — *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. II, p. 44; 1844. — *Ibid.* p. 34. — *Ibid.* p. 270; 1845. — *Mém. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. I, p. 337; 1846. — Voir aussi quant à ce terrain : *Mém. Acad. de Toulouse*; 1846. — *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. IV, p. 560; 1847. — *Compt.-rend.*, t. XXIX, p. 308; 1849. — *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. VII, p. 90; 1850.

(5) *Proceed. geol. Soc. of London*, t. IV, p. 457; 1843. — *Mém. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. II, p. 485; 1846.

(6) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. I, p. 576; 1844. — *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. II, p. 33.

(7) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. I, p. 573. — *Mém. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. I, p. 484; 1846.

(8) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. IV, p. 537 et 742; 1847.

(9) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. III, p. 475; 1846. — *Mém. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> sér., t. II, p. 489; 1846. — *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. IV, p. 4006; 1847. — *Mém. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. III, p. 398, 1850.

(10) *Mém. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. III, p. 457; 1850.

(11) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. V, p. 444; 1848.

systèmes Alaricien et Ibérien. M. d'Archiac fit voir en 1855 et plus tard en 1859, dans son grand travail sur les Corbières, que la discordance indiquée par Tallavignes n'existait pas, et que les couches nummulitiques correspondaient aux sables et aux grès moyens, au calcaire grossier de Paris et aux lits coquilliers du Soissonnais, ce qui le conduisit à dire qu'il fallait supprimer de la nomenclature, comme n'étant plus justifiées, les dénominations employées par MM. Leymerie et Tallavignes.

En dernier lieu, il convient de signaler les travaux de MM. Kœchlin-Schlumberger, Pouech, Tournouër, Cotteau, Ed. Pellat, Jacquot, qui ont fourni de nouveaux détails stratigraphiques et des documents paléontologiques importants sur cette formation. Les recherches récentes de M. Tournouër ont surtout prouvé que les couches de Gaas, connues sous le nom de faluns bleus, et appartenant au miocène inférieur ou tongrien, sont relevées dans le bassin de l'Adour et contiennent des nummulites.

Les publications les plus importantes sur l'éocène supérieur des parties centrale et orientale des Pyrénées, connu sous le nom de Poudingue de Palassou et de Poudingue des Montagnes, sont dues à MM. Leymerie, d'Archiac, Noulet et Pouech. Nous avons déjà dit que c'est à M. Noulet que revient l'honneur d'avoir démontré que ce terrain entre dans la constitution de nos montagnes, et qu'on peut le suivre depuis les Corbières jusque sur les bords de la Garonne. On désigne dans l'Aude sous le nom de grès de Carcassonne des couches qui appartiennent à la même époque géologique ; elles ont été depuis longtemps déterminées par Marcel de Serres, et étudiées, il y a quelques années, au point de vue paléontologique par MM. Paul Gervais, Noulet et Matheron. C'est encore M. Noulet qui a démontré que les terrains tertiaires d'eau douce du bassin sous-pyrénéen se rangent dans deux étages distincts, l'éocène et le miocène, que l'on confondait avant lui sous une même dénomination.

Le terrain miocène, d'origine marine du bassin de l'Adour, est connu par les travaux de MM. Grateloup, Delbos, Raulin et Jacquot. Le même terrain, d'origine fluvio-lacustre dans le bassin supérieur de la Garonne, a été d'abord étudié dans le Gers par M. Ed. Lartet, puis dans la Haute-Garonne, dans l'Ariège, etc., par M. Noulet. Leurs travaux sont connus de tous. On doit à M. Leymerie, à M. Raulin et à M. l'abbé Pouech des études stratigraphiques sur le terrain dont il s'agit.

Quant au pliocène, depuis Brongniart qui, en 1822, rapportait avec raison les dépôts de Banyuls et de Neffiach, dans les Pyrénées Orientales, aux marnes subapennines, on n'a pas signalé dans les Pyrénées de gisements nouveaux de cet étage. On sait que MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont ont considéré comme appartenant à ce terrain les dépôts caillouteux du pied des Pyrénées et les sables des Landes ; mais la paléontologie n'a pas encore tranché cette question.

*Terrain quaternaire.*

Cette formation était, comme la précédente, désignée par de Charpentier sous le nom de *Terrain d'aterrissements*.

Depuis cette époque, MM. Boubée, Ed. Lartet, Dufrenoy, François, Paillette, H. de Collegno, Noulet, Leymerie, Philippe, Fontan, Alph. Milne-Edwards et Lartet, Garrigou et L. Martin, Pouech, Garrigou, se sont occupés de ce terrain.

Palassou avait reconnu dans les Basses-Pyrénées des vallées à plusieurs étages. C'est Nérée Boubée qui le premier, croyons-nous, fit voir que les vallées de la Garonne et de l'Ariège présentent aussi plusieurs niveaux ou terrasses, ce qui le conduisit à dire « que nos grandes vallées ont été occupées par des fleuves » beaucoup plus volumineux que ceux qui les arrosent aujourd'hui, et que ces anciens fleuves ont éprouvé plusieurs diminutions successives dans le volume de leurs eaux (1). » Il attribuait l'origine de ces grandes eaux à un déluge général et aux évaporations qui en furent la suite.

Dufrenoy mentionna plus tard les terrasses de la vallée de la Garonne; il teinta en vert d'eau sur la Carte géologique de la France les dépôts diluviens des vallées. On sait que ce sujet a été repris depuis par M. Leymerie, qui a donné notamment dans un travail qui a pour titre : *Du Phénomène diluvien dans la vallée de la Garonne*, des coupes faites avec le plus grand soin et qui sont devenues classiques (2). Ce savant pense que les creusements successifs avec comblement qui ont donné naissance aux terrasses observées, sont dûs à la fonte d'immenses masses de glace et de neige qui couvraient autrefois les Pyrénées.

On doit à MM. Noulet, Lartet et Garrigou des renseignements précieux sur la faune quaternaire pyrénéenne et sous-pyrénéenne.

M. Noulet, en signalant en 1853 divers gisements d'*Elephas primigenius*, de *Rhinoceros tichorhinus*, de *Bos taurus fossilis*, d'*Equus caballus fossilis*, etc., et des cailloux quartzeux évidemment taillés de main d'homme, formulait déjà sa conviction de la contemporanéité des silex taillés avec les ossements d'animaux éteints.

M. Lartet recueillait dans les Pyrénées une partie des matériaux qui lui ont permis de caractériser les quatre âges quaternaires de l'Ours, de l'Éléphant, du Renne et de l'Aurochs, et de prouver la co-existence de l'homme et des grands mammifères fossiles. A propos des caractères observés dans les cavernes de Massat et d'Aurignac, démontrant qu'un laps de temps énorme s'est écoulé entre l'habitation

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> sér., t. IX, p. 379.

(2) Voir aussi du même auteur : *Mémoire sur le terrain diluvien du bassin de l'Adour et Esquisse géognostique de la vallée de l'Ariège*.

de l'une et celle de l'autre, ce savant paléontologiste disait : « Cet intervalle nous » paraîtra d'autant plus long que tout tend à faire voir que la disparition des es- » pèces dites diluviennes a été, non pas simultanée, comme on l'avait supposé, » mais graduelle et successive pendant une grande série de siècles. »

M. Garrigou, en étudiant les nombreuses cavernes du midi de la France et notamment celles des Pyrénées ariégeoises, a établi dans la période quaternaire trois grandes phases : la phase de l'Ours, la phase du Renne, la phase des animaux domestiques. Cette dernière, nous devons le faire observer, n'appartient pas à la géologie ; elle doit être rangée dans l'époque anté-historique ou de la pierre polie (1).

Il nous reste à parler des études faites sur les anciens glaciers.

Depuis M. Fargiaud, qui paraît avoir signalé le premier des phénomènes de l'époque glaciaire dans les Pyrénées, MM. Angelot, de Charpentier, Boubée, Durocher, de Boucheporn, Max Braun, ont fait connaître en divers points des roches polies, striées et moutonnées et des moraines. Les géologues qui se sont le plus occupés de cette question sont MM. Ch. Martins, Ed. Collomb et Garrigou.

M. Ch. Martins, en 1854 (2), dans une note du plus haut intérêt, montrait qu'il existe dans la vallée du Vernet, à Montlouis et près du village de la Tour-de-Carol, des traces indiscutables d'anciens glaciers : cailloux frottés, usés et rayés, roches moutonnées et moraines ; il disait même (p. 451) : « que les célèbres roches mou- » tonnées de la Handeck, en Suisse, si souvent citées, ne sont pas mieux caractérisées » que celles de la vallée de Carol. » Le savant professeur signalait en même temps l'existence de plusieurs fausses moraines dues surtout à la décomposition des roches en place.

Nous avons déjà vu que M. Garrigou admettait, en 1865, l'existence de deux périodes glaciaires dans les Pyrénées. Ce géologue est revenu depuis peu sur cette question en la précisant davantage. Mais nous croyons que les dépôts qu'il attribue à une période glaciaire de l'époque miocène (alternance de bancs de grès, sables et cailloux *roulés*, et blocs anguleux, *plissés*, *redressés*, de la vallée de Tarascon) (3), appartiennent au conglomérat bréchoïde incohérent de la base de la craie moyenne, notre conglomérat de Camarade (4).

Nous pensons que quelques-unes des fausses moraines de la vallée du Vernet,

(1) *Étude comparative des alluvions quaternaires et des cavernes à ossements des Pyrénées et de l'Ouest de l'Europe, au point de vue géologique, paléontologique et anthropologique*, Toulouse, Paris ; 1865. — *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXII, p. 396. — Voir aussi : *Id.*, t. XXIV, p. 492 ; 1867.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XI, p. 442.

(3) Les roches détritiques, bréchoïdes, relevées de Tarascon, nous rappellent point par point celles du cénomanien inférieur, toujours relevées ; tandis que les couches du miocène qui n'ont nulle part ce faciès bréchoïde, sont partout horizontales, du moins dans les parties centrale et horizontale des Pyrénées.

(4) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXIV, p. 578, pl. vi, fig. 4.

notamment celles qui avaient été confondues par M. de Collegno dans le terrain diluvien, pourraient appartenir au conglomérat bréchoïde de la base de la craie moyenne (1).

Enfin, tout récemment, MM. Ch. Martins et Ed. Collomb ont donné un magnifique travail sur l'ancien glacier de la vallée d'Argelès, l'un des plus grands du versant français des Pyrénées. Ces deux savants ont fait connaître les traces grandioses laissées par ce glacier, ses moraines latérales, médiane et terminale ; celle-ci s'avancait jusqu'à 15 kilomètres de Tarbes. Par des considérations d'un ordre élevé, MM. Ch. Martins et Ed. Collomb attribuent l'origine des anciens glaciers à de simples oscillations de la surface terrestre.

L'aperçu historique des travaux publiés sur les Pyrénées françaises qu'on vient de lire nous fait voir ce que l'on savait sur la géologie générale de cette chaîne en 1867 ; les terrains cristallophylliens étaient généralement bien indiqués ; les trois étages du terrain de transition étaient reconnus en plusieurs points. Les formations secondaires étaient moins bien caractérisées, puisqu'on confondait en certains points le trias et le lias, puisque l'on comprenait généralement dans le terrain jurassique des roches appartenant au néocomien, à l'aptien et à l'albien, même quelquefois au cénomaniens ; puisque la craie supérieure était, dans l'Ariège et dans l'Aude, englobée dans le tertiaire (M. Mussy allait même jusqu'à dire que la formation jurassique n'était représentée dans les Pyrénées que par le lias, et le terrain créacé que par la craie blanche du nord de la France) ; quant aux terrains tertiaires, ils étaient mis à leur vraie place ; les failles commençaient à être indiquées : elles étaient locales ; et on considérait généralement, à l'exception de MM. Virlet et Garrigou, l'ophite comme une roche essentiellement éruptive ayant soulevé nos montagnes.

### III. TRAVAUX PUBLIÉS DEPUIS 1867.

En 1867, je découvrais dans les Basses-Corbières la zone à *Avicula contorta* et le trias, ce qui m'amenait à dire (2) :

« On le voit, plus nos régions sont étudiées, et plus s'évanouissent ces prétendus types exceptionnels, naguère en faveur, et contre lesquels ont lutté avec juste raison les géologues des Alpes de la Provence, du Gard, et, il n'y a pas longtemps encore, mon savant ami, M. de Rouville, à propos de l'âge des gypses de l'Hérault. Les Corbières ont leur trias et leur lias constitués à peu de chose près comme par-

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXIV, p. 578, pl. vi. fig. 4.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXIV, p. 723.

tout, comme dans le nord de la France, comme dans la région alpine, comme sur les bords du plateau central. Les fossiles s'y montrent seulement plus ou moins. Je suis presque assuré que les Pyrénées ne feront pas tache au tableau; leurs couches laissent déjà dire dans l'Ariège qu'elles veulent rentrer dans la loi commune. »

En effet, quelques mois après, au commencement de l'année 1868, dans une note « *Sur une coupe des Petites Pyrénées de l'Ariège* (1), » nous démontrâmes lithologiquement et paléontologiquement que tous les terrains, à l'exception des formations houillère et permienne, étaient représentés dans cette région; qu'ils étaient constitués à peu près comme partout. Nous fîmes voir notamment le muschelkalk entré dans la constitution du trias des Pyrénées; que le lias était formé par ses quatre étages; que le terrain oolithique, généralement composé de calcaires dolomitiques et de dolomies fétides, était très-puissant et fossilifère à la base et à la partie supérieure; que le néocomien, l'aptien et l'albien jouaient un rôle considérable; que la craie moyenne était surtout représentée par l'énorme conglomérat de la base (cénonomanien) et par le turonien, et qu'au-dessus apparaissaient les autres termes de la série crétacée. Nous montrâmes aussi que les terrains pyrénéens se divisaient en quatre séries discordantes l'une par rapport à l'autre, chaque série étant composée de divers termes concordants entre eux, et enfin qu'à *trois époques différentes* nos montagnes avaient été bouleversées: après la période de transition, après l'époque crétacée inférieure, après la formation de l'éocène.

Quelque temps après, en mai 1868 (2), nous donnâmes de nouveaux détails sur le conglomérat si curieux de la base de la craie moyenne, que nous désignâmes sous le nom de *Conglomérat de Camarade*, lequel correspond, selon nous, aux couches à *Orbitolina concava* des Corbières, de Fouras et de la Provence, et qui est recouvert au nord de Mèrigon, dans l'Ariège, par des couches dans lesquelles nous avons recueilli en abondance l'*Exogyra columba* et le *Cyclolites semi-globosa*.

Nous montrâmes, par une coupe, que des terrains ayant une puissance énorme avaient été courbés en voûte, renversés, et qu'il fallait attribuer à ces accidents la présence au pied de la chaîne de l'ophite et des roches primitives et de transition. Nous fîmes voir que l'ophite, dont l'origine est sans doute hydro-thermale, appartient à diverses époques, mais qu'elle est contemporaine des terrains au milieu desquels elle est encaissée. Nous pûmes fixer la caractéristique des ophites de transition, triasiques et jurassiques.

Une carte indiquant le tracé des principales failles linéaires observées par nous au pied des Pyrénées, dans les Corbières et dans l'Hérault, fit voir qu'on pouvait suivre certains accidents sur de grandes étendues (400 kilomètres).

Nous donnâmes un aperçu des érosions qui ont eu lieu à diverses époques; nous

(1) *Compt.-rend.*, t. LXVI, p. 432.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXV, p. 714.

fîmes voir, par des considérations empruntées à la nature des sédiments, que les trois grandes dislocations pyrénéennes avaient eu leur contre-coup dans le monde entier.

Par suite de la concordance des terrains triasique et liasique, oolithique et crétacé inférieur, nous pûmes dire que les accidents rapportés dans les Pyrénées au système du Thüringerwald et de la Côte-d'Or, s'étaient produits après la période crétacée inférieure, si ce n'est même après l'époque éocène. Nous rappelâmes que l'éocène relevé le long des Pyrénées suivant une ligne O. quelques degrés N., l'était aussi dans les Corbières, suivant une ligne N. 35° E. (système du Mont-Seny); et qu'ici comme là ce terrain était recouvert en discordance par les couches à *Dinotherium giganteum* du miocène.

Ce travail nous amena à conclure :

« Que les Pyrénées rentraient dans la loi commune, que les terrains y étaient représentés comme partout.

» Que l'ophite était une roche essentiellement passive.

» Que les Pyrénées ne sont pas dues à des soulèvements comme on le pense généralement, mais à d'immenses failles linéaires dont une lèvre est restée en saillie sur l'autre.

» Qu'à trois époques différentes, ces montagnes ont été disloquées et dénudées sur une vaste échelle.

» Que les directions ne pouvaient pas servir à caractériser l'âge des montagnes. »

Bientôt après, dans une nouvelle note (1), après avoir dit : « que la craie des Pyrénées se sépare en deux parties distinctes, la craie inférieure se rangeant avec l'oolithe, le lias et le trias dans ma troisième série, la craie moyenne appartenant, avec la craie supérieure et l'éocène, à la deuxième, » nous étudiâmes les trois grands groupes de cette formation.

Nous fîmes voir que la craie inférieure composée par le néocomien, l'aptien et l'albien « forme un grand tout, qui au premier abord paraît peu divisible, à cause des nombreux fossiles qui passent d'un étage à l'autre (notamment la *Caprotina Lonsdalii* et le *Cidaris Pyrenaica* dans les calcaires désignés sous le nom de calcaires à dicérates); mais qu'il y a heureusement plusieurs espèces qui, cantonnées dans certaines couches, deviennent caractéristiques et servent à les distinguer. »

A propos du néocomien, nous dûmes « que sa puissance varie entre 200 et 300 mètres, qu'il repose en concordance sur le groupe oolithique supérieur, avec lequel il se relie d'une manière insensible, tellement qu'en plusieurs lieux on peut voir les *Nérinées coralliennes* mêlées aux *Caprotina Lonsdalii* et autres rudistes de la craie inférieure; ce qui nous autorise à penser, à l'exemple de M. Pictet,

(1) *Compt.-rend.*, t. LXVI, p. 1269.

que le néocomien du Midi aurait pu se déposer en même temps que le corallien, le kimméridgien et le portlandien du Nord. »

Nous fîmes connaître les divers fossiles qui pouvaient caractériser l'aptien et l'albien.

Nous montrâmes ensuite que la craie moyenne « constitue le premier terme d'un nouvel ordre de choses caractérisé par l'extrême abondance des roches détritiques, que sa base correspond à l'époque de trouble qui a suivi un des trois cataclysmes pyrénéens. »

Nous indiquâmes plusieurs lieux où l'on peut observer le conglomérat de la base ou conglomérat de Camarade; nous donnâmes la caractéristique de ce groupe qui comprend le cénomanien et le turonien de d'Orbigny. Nous fîmes connaître enfin celle du groupe de la craie supérieure, qui est composé de l'étage sénonien, de la craie de Maëstricht et du garumnien.

Nous pouvons en conclure que « nulle part la craie n'est aussi bien développée que dans les Pyrénées; sa puissance atteint 3000 mètres qui se décomposent ainsi : craie inférieure, 1500<sup>m</sup>; craie moyenne, 1000<sup>m</sup>; craie supérieure, 500<sup>m</sup>. Son étendue en surface est considérable; on suit cette formation de l'Océan à la Méditerranée, la craie inférieure constituant généralement le long du versant Nord les montagnes de deuxième et troisième ordre, la craie moyenne et supérieure formant les basses montagnes. »

Peu de temps après nos publications sur les Pyrénées, M. Leymerie rangea dans ce qu'il appelle l'*étage inférieur du terrain crétaé des Pyrénées*, qu'il désigne sous le nom vague de *grès vert*, les calcaires de couleur foncée qu'il avait regardés jusqu'à ce jour comme jurassiques, le calcaire à dicérates de Dufrénoy (calcaire à *Caprotina Lonsdalii*), qui n'occupe pas, dit-il, « une place unique, mais qui s'y montre par récurrence au moins deux fois, l'assise la plus extérieure formant une crête saillante, précédée et quelquefois suivie par des schistes argilo-calcaires de couleur noire avec des calcaires de même couleur. Ces schistes, habituellement dépourvus de débris organiques, offrent dans certains gîtes privilégiés de grandes exogyres (*Exogyra sinuata*), et d'autres espèces, la plupart caractéristiques de l'aptien de d'Orbigny »; et dans les calcaires se trouvent des bancs à nérinées d'apparence jurassique, et d'autres pétris de serpules, d'où M. Leymerie conclut que les deux types *Urgonien* et *Aptien* se confondent par des alternances.

Un système plus récent à faciès arénacé est composé de conglomérats polygéniques de grès et de schistes terreux, où se trouve encore, dit-il, « un calcaire à dicérates (calcaire de Miramont), mais peu développé et mal caractérisé. » (C'est notre conglomérat de Camarade de la base de la craie moyenne.)

Le tout réuni forme, d'après M. Leymerie, un puissant étage (5 à 6000 mètres). Il ajoute : « Qu'au point de vue paléontologique, cette grande formation n'offre que deux faunes réellement générales et qui se rapportent aux types urgonien et aptien

de la Provence ; que les assises qui les renferment ne sont que des faciès d'un même groupe qui, dès lors, paraîtrait devoir prendre le nom de *néocomien supérieur* ; mais nous n'admettons pas, dit-il, cette détermination, qui laisserait en dehors des fossiles assez nombreux du calcaire à Spatangues, qui se mêlent aux espèces aptiennes à Orthez, Vinport, Foix, et surtout dans les petites montagnes de la Clape, et d'autres espèces qui portent un caractère albien et cénomanien prononcé. D'un autre côté, la dénomination du *néocomien supérieur* n'embrasserait pas les calcaires noirs qui suivent immédiatement au nord le terrain jurassique, calcaires qui représentent peut-être le *néocomien inférieur*. »

M. Leymerie finit en disant : « Nous croyons être près de la vérité en nous servant, ainsi que l'avait fait Dufrenoy, du nom de grès vert avec le sens large qu'on lui attribuait en Angleterre et en France avant l'introduction du type néocomien (1). »

Nous nous permettons de ne pas partager la manière de voir de notre savant maître à propos du vague qu'il dit exister dans l'étage inférieur du terrain crétaqué des Pyrénées. Nous avons déjà montré que divers fossiles caractérisaient le néocomien, l'aptien et l'albien. Nous ne placerons pas, à son exemple, dans l'étage inférieur le conglomérat bréchoïde de Miramont (notre conglomérat de Camarade) ; car ce conglomérat, qui contient des débris roulés du calcaire à Caprotines et à *Orbitolina discoidea* et *conoidea*, repose partout en discordance sur la craie inférieure, tandis qu'il est *toujours concordant* avec la craie céromanienne et turonienne.

---

## CHAPITRE I.

LES ROCHES OPHITIQUES ET LES TERRAINS QUI LES RENFERMENT DANS LES PYRÉNÉES ET LES CORBIÈRES (*Terrain laurentien, cambrien, silurien, dévonien, carbonifère, houiller, permien, triasique, jurassique et crétaqué inférieur*).

### *Considérations générales sur les ophites.*

Nous n'avons pas l'intention de faire ici aujourd'hui l'historique des opinions émises sur la nature et l'origine des roches ophitiques. Tout le monde sait que la plupart des géologues modernes considèrent ces roches comme *éruptives* ; plusieurs, notamment Dufrenoy, MM. Leymerie et Noguès, croient qu'elles sont de formation relativement récente, et qu'elles ont par leur venue au jour soulevé les montagnes ;

(1) *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2<sup>e</sup> sér., t. XXVI, p. 323 et suiv.

d'autres, en petit nombre (MM. Virlet d'Aoust; Garrigou et nous-même), ont une opinion complètement différente, et pour eux l'ophite est une roche d'origine hydrothermale ou neptunienne, *essentiellement passive*, sédimentaire, contemporaine des terrains divers au milieu desquels on l'observe (1) ; d'autres enfin, comme M. Mussy, admettent qu'il y a des ophites de divers âges, mais ne se prononcent pas sur leur origine.

Avant d'aller plus loin, nous dirons que nous désignons sous le nom générique d'*ophite* toutes les roches granitoïdes à silicates plus ou moins magnésiens, qui apparaissent au milieu des terrains sédimentaires, en y jouant un rôle important, telles que l'amphibolite, la diorite, la lherzolite, la serpentine, la spilite et le porphyre.

Depuis que nos travaux sur les Basses Corbières et les Pyrénées ont été publiés dans les *Comptes-rendus* et dans le *Bulletin* de la Société géologique, nous avons étudié l'ophite où il convient de l'observer, dans les montagnes de deuxième ordre et dans les Corbières centrales. Ce n'est, en effet, ni dans le Béarn, ni dans les Landes, ni dans les parties des Petites Pyrénées avoisinant la plaine qu'il faut étudier l'ophite : là, les vrais rapports de position sont cachés, et des terrains relativement récents la recouvrent d'un manteau presque continu. On doit l'observer au milieu des montagnes, dans les régions où les groupes de transition et secondaires s'étendent sur de vastes surfaces, où l'on peut suivre l'ophite sur plusieurs lieues d'étendue sans la perdre un seul instant de vue.

Un coup d'œil jeté sur la carte géologique des Pyrénées et des Corbières (pl. III),

(1) Il est curieux de remarquer que les géologues, qui croient que l'ophite n'est pas postérieure aux terrains au milieu desquels on l'observe, viennent soutenir aujourd'hui par de nouveaux arguments l'opinion du fondateur de la géologie pyrénéenne, Palassou. Dans la *Suite des mémoires pour servir à l'Histoire naturelle des Pyrénées et des pays adjacents*, t. II, p. 306 (Paris, 1819), Palassou, résumant ses observations sur les ophites pyrénéennes du Béarn et de la Chalosse, dit :

« 1<sup>o</sup> Il est évident qu'aucune observation ne prouve que l'ophite soit une production des feux sous terrains, puisque les montagnes et les collines qu'il compose n'en offrent nulle part le moindre vestige.

» 2<sup>o</sup> Il paraît vraisemblable que dans les basses collines du Béarn et des environs de Dax, la roche d'ophite, disposée par groupes isolés, détachés les uns des autres, est d'une formation *antérieure* à celles des matières calcaires, marneuses, gypseuses et sableuses dont ils sont environnés ; tandis que dans les Pyrénées sa formation semble devoir être rapportée à celle des couches de schiste argileux et de chaux carbonatée avec lesquelles cette roche alterne, en suivant la même direction.

» 3<sup>o</sup> Il est en outre certain que le gypse accompagne fréquemment l'ophite, fait singulier dont la cause est inconnue. »

Plus tard de Charpentier dans son *Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées* (Paris, 1823), après avoir donné les arguments qu'on pouvait alléguer à cette époque pour et contre l'origine aqueuse ou l'origine ignée de l'ophite, s'exprime ainsi (p. 533) : « Peut-être désirerait-on que j'entrepris à les discuter ; mais je laisse cette tâche difficile à d'autres plus habiles, qui visiteront après moi ce terrain problématique. Je m'abstiendrai à plus forte raison de décider laquelle des deux opinions est la mieux fondée, n'ayant pas moi-même pris à cet égard un parti bien prononcé. »

où se trouvent indiqués les principaux affleurements d'ophite reconnus jusqu'à ce jour, fera comprendre ce que nous venons de dire. En effet, cette carte montre que l'ophite n'apparaît dans les Landes et dans les parties basses de la Haute-Garonne, là où existent les terrains tertiaires post-pyrénéens et quaternaires, que sous forme d'îlots, tandis qu'elle se développe largement dans les terrains de transition et carbonifère de la chaîne centrale et dans les groupes permien et triasique de l'Ariège et des Hautes Corbières.

Et cependant c'est dans les régions où l'ophite n'apparaît que par lambeaux qu'elle a été le plus souvent observée et étudiée. Aussi est-ce là qu'il y a plus de trente ans a pris naissance l'opinion qu'elle est éruptive. On peut dire que c'est surtout l'ophite de la Chalosse et du Béarn, se montrant çà et là sous la forme d'îlots, qui a fait croire à Dufrenoy que cette roche avait soulevé nos montagnes à une époque très-récente ; comme c'est l'ophite des environs de Salies-du-Salat et de la vallée du Lens qui a porté M. Leymerie à partager la même manière de voir ; ce qui d'ailleurs s'explique quand on songe qu'en ces divers points cette roche est en partie recouverte en *discordance* par des terrains relativement récents, et qu'elle paraît par suite, ainsi que nous l'avons dit, « sortir de dessous, venir de l'intérieur sous forme de » typhon. »

Il est donc essentiel, nous ne saurions assez le dire, si l'on veut connaître le rôle et l'origine de l'ophite, de l'observer loin de la plaine, dans les montagnes, c'est-à-dire dans les régions où elle n'est pas en contact avec des terrains de recouvrement par *discordance*.

Plusieurs géologues ont avancé qu'il y avait des ophites de différents âges. Nous avons soutenu nous-même cette proposition, et nous avons ajouté (*loc. cit.*, p. 716) : « Je crois même qu'à l'avenir on pourra facilement les reconnaître, » certaines ophites étant accompagnées de minéraux en rapport avec les couches encaissantes, ou avoisinant des roches ayant des caractères particuliers.

Nous avons reconnu l'ophite, en bancs très-puissants ou en couches, dans les terrains laurentien, cambrien, silurien, dévonien, carbonifère, houiller, permien, triasique, jurassique et crétacé inférieur, c'est-à-dire dans les terrains de nos troisième et quatrième séries. En dehors de ces formations, cette roche n'apparaît que sous forme d'îlots isolés au milieu des terrains crétacés moyen et supérieur, tertiaires et quaternaires, qui constituent nos première et deuxième séries, et *sans liaison* avec eux ; *de la même manière* qu'apparaissent au milieu de ces derniers terrains (Chalosse, Béarn, Bigorre, bords du Salat et du Lens, Petites Pyrénées de l'Ariège), des lambeaux primordiaux et de transition, des îlots triasiques, jurassiques et crétacés inférieurs, lambeaux et îlots dont la présence en avant des montagnes s'explique tout naturellement par des plissements et des failles. Ce qui revient à dire que les ophites observées au milieu de terrains relativement récents appartiennent à des formations plus anciennes, et qu'elles ne sont pas là à leur vraie place. Ce qui le

prouve, c'est que partout où l'on peut étudier sur une grande échelle, loin des accidents et des failles, les terrains relativement récents de nos première et deuxième séries, l'ophite ne s'y montre *jamais*.

Pour nous, ainsi que nous l'avons dit, l'ophite est d'origine hydro-thermale, ou si l'on veut, neptunienne; elle est contemporaine des terrains primordiaux, de transition et secondaires au milieu desquels elle apparaît en *couches*; car c'est en couches, nous le répétons, ou en bandes plus ou moins puissantes, qu'on observe cette roche dans les montagnes. Cela ne veut pas dire que l'ophite n'apparaisse quelquefois sous forme de filons; ce fait, qui n'est pas très-commun, a été observé par certains géologues, surtout dans les terrains de transition (MM. Delesse, E. Frossard, Garrigou); nous en connaissons aussi quelques exemples dans les Hautes-Pyrénées, non loin de Bagnères-de-Bigorre. L'hydro-thermalité de l'ophite étant admise, il est facile de s'expliquer la présence de cette roche en filons au milieu de certains terrains, comme l'on explique de nos jours la présence de filons de calcaire, de barytine, de gypse, de galène, de manganèse, de pyrite, de chalkopyrite, etc., etc. MM. Daubrée, de Sénarmont et Delesse ont en effet prouvé que les filons ne sont que des fentes, qui ont été remplies peu à peu par des eaux chaudes chargées de principes minéralisateurs (1).

De ce que l'ophite se présente quelquefois en filons, il ne faut pas conclure avec certains géologues que cette roche a soulevé les Pyrénées, pas plus qu'on ne peut admettre que les filons de gypse, de calcaire, de galène, ont surélevé les massifs montagneux. Ainsi que nous l'avons dit, les failles, dans les Pyrénées comme partout, se sont produites *à froid*. En serait-il ainsi si l'ophite avait joué le puissant rôle qu'on lui prête? Le joint des failles ne serait-il pas rempli par cette roche, qui, pâteuse à l'origine, se serait déversée partout, et partout aurait laissé des traces irrécusables de son passage? Que l'on jette d'ailleurs un coup d'œil sur les nombreuses coupes qui accompagnent ce mémoire, et l'on se convaincra du petit rôle, du rôle passif et infime si l'on peut s'exprimer ainsi, que joue cette roche par rapport aux autres terrains.

Nous avons à prouver que les ophites sont *essentiellement passives*, qu'elles se sont formées en même temps que les terrains dans lesquels elles sont encaissées, qu'il y en a de divers âges, qu'il devient facile de distinguer par la présence de certains minéraux ou par le voisinage de certaines roches. Nous allons pour cela décrire, suivant leur ordre d'ancienneté, tous les terrains qui contiennent des roches ophitiques dans les Pyrénées et dans les Corbières, c'est-à-dire les terrains compris entre le granite et le terrain crétacé inférieur inclusivement, et, afin que tous les

(1) Nous sommes donc loin d'accepter l'explication que donne de ce fait notre savant ami le docteur Garrigou dans son récent travail sur les ophites. (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> série, t. XXV, p. 743).

géologues puissent facilement contrôler nos dires, ce travail est accompagné de nombreuses coupes où se trouvent indiqués d'une manière exacte les principaux gîtes ophitiques que nous signalerons (1).

*Le terrain laurentien et ses ophites (y<sup>2</sup> o<sup>1</sup> de nos coupes).*

Divers observateurs, surtout Palassou, Ramond et de Charpentier, avaient depuis longtemps cité des couches de calcaire et de schiste intercalées dans le terrain granitique; mais c'est à notre ami le docteur Garrigou que la science est en réalité redevable du terrain laurentien qui joue, dans l'Ariège et dans les autres parties des Pyrénées, un rôle considérable, et qui renferme, il est vrai avec un point de doute, le fameux fossile connu sous le nom d'*Eozoon canadense* (2).

Le terrain laurentien repose sur les vrais granites ou granites proprement dits, à grains moyens ou à petits grains, à trois éléments uniformément distribués, dont le mica est coloré en noir, en brun ou en jaunâtre, granites très-puissants qui constituent les roches les plus anciennes de nos montagnes, et qui n'offrent pas de stratification évidente, (ce sont les roches qui sont indiquées dans nos coupes par le signe y<sup>1</sup>).

Le terrain qui nous occupe est constitué aussi par des granites, mais qui n'ont pas les caractères de ceux dont nous venons de parler. En effet, les granites du Laurentien sont ordinairement très-feldspathiques, à grands cristaux d'Orthose; ils passent souvent à la pegmatite à mica argentin, et souvent aussi à un granite à petits grains, la leptynite, dont le mica est diversement coloré; ils sont très-tourmalinifères et grenatifères. Certains minéraux à base de magnésie, l'amphibole, le talc et la chlorite, remplacent souvent le mica, et font passer peu à peu les granites de ce groupe à des syénites ou à des protogines.

Ces roches granitiques affectent en grand une *stratification évidente*, quelquefois sur plusieurs mille mètres d'épaisseur; elles se désagrègent très-souvent et forment une sorte d'arène blanchâtre caractéristique. En certains lieux, elles passent peu à peu à des granites-gneiss, à des gneiss plus ou moins noduleux, à des gneiss proprement dits, à des schistes siliceux, à des schistes feldspathiques, à des schistes micacés, à des talschistes, à des pétrosilex, à des phyllades staurotidifères; en

(1) Ces coupes ont été dressées avec le plus grand soin: nous certifions que les couches y ont été représentées aussi exactement qu'il est possible de le faire à l'échelle adoptée. Celles qui se rapportent aux Pyrénées ont été coordonnées à un seul et même axe, dirigé comme ces montagnes O. 7° N.; celles qui représentent les Corbières l'ont été suivant un axe dirigé N. 34° E., direction qui représente le *système du Mont Seny*, auquel ces dernières montagnes doivent leurs principaux reliefs. Nous reviendrons sur ce sujet dans la deuxième partie de ce travail.

(2) Étude du terrain stratifié dit Laurentien ou Antésilurien dans l'Ariège et dans les autres parties des Pyrénées. (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> série, t. XXV, p. 97; 1867.)

d'autres endroits, elles alternent, notamment à leur partie supérieure, avec des schistes rubanés pétrosiliceux, des eurites, des schistes graphitiques, des calcaires marmoréens, et enfin avec des roches ophitiques.

Le rôle de ces roches granitoïdes et des schistes et calcaires qui leur sont subordonnés est très-considérable dans les Pyrénées. En effet, ces roches, qui atteignent plusieurs mille mètres d'épaisseur, se montrent très-souvent au faite de la chaîne et dans de nombreux contreforts, puis apparaissent dans les montagnes de 2<sup>e</sup> et de 3<sup>e</sup> ordre, par suite d'immenses brisures, de failles gigantesques que l'on peut suivre de l'Océan à la Méditerranée (nous le verrons dans la 2<sup>e</sup> partie de ce travail). C'est ainsi qu'on peut les observer en avant de la chaîne principale (voir pl. I et III) : dans l'Ariège, du pic de Tabes ou de Saint-Barthélemy à Engommer (vallée de Castillon) ; dans la Haute-Garonne, entre Hennemorte et Milhas et le Pont-de-Giret (vallée du Gers) ; entre Saint-Béat et Fronsac et le massif de Cierp à Siradan (vallée de la Garonne) ; dans les Hautes-Pyrénées, entre Ilhet et Rebouc (vallée d'Aure), à l'ouest de Bagnères-de-Bigorre et dans le massif de Loucrup, près de cette ville ; enfin, dans les Basses-Pyrénées, entre Hasparren, Cambo et Helette, où elles constituent la région connue sous le nom de massif de Labourd.

Nous ferons remarquer que les granites anciens et laurentiens sont éminemment *passifs*, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas, comme on le croyait autrefois, soulevé nos montagnes. En effet, le granite laurentien supporte partout en *concordance* le terrain de transition proprement dit, et quand ce terrain n'apparaît pas, le granite bute par faille contre des formations secondaires inclinées *vers* lui et non *sur* lui (voir pl. I et II). Ce qui revient à dire que, comme l'ophite, le granite est d'origine hydrothermale.

Les roches ophitiques que nous avons remarquées dans le Laurentien appartiennent à des porphyres, à des amphibolites et à des diorites (ophite proprement dite et grüstein), qui constituent des couches d'une épaisseur variable ou des amas, alternant avec des schistes cristallins, des calcaires et des granites renfermant de nombreux minéraux : stilbite, grenat, idocrase, pyrite, galène, asbeste, épidote, andalousite, macle, dipyre, actinote, chlorite, stéatite, talc, fer magnétique, quartz, et quelquefois aussi des masses gypseuses.

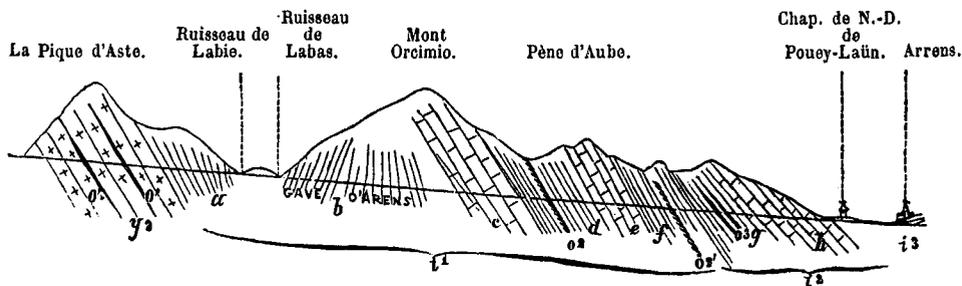
Parmi les gisements ophitiques contemporains du terrain laurentien, nous citerons : dans les Pyrénées-Orientales, Lesquerde, près de Saint-Paul-de-Fenouillet (pl. I, fig. 1) ; dans l'Ariège, Pla et Quérigut, massif au sud d'Aulus et d'Ustou, environs d'Orlu, près d'Ax ; dans la Haute-Garonne, environs de Bagnères-de-Luchon, Siradan et Sainte-Marie ; dans les Hautes-Pyrénées, Camp-de-César, près de Bagnères-de-Bigorre, pic du Midi de Bagnères (lac d'Oncet), environs du Col de Tourmalet et d'Aigue-Cluse (pl. I, fig. 10), pic d'Eredlitz, environs du pont de la Raillère, base du Mont-Peguère (vallée de Cauterets), base des pics d'Asté et de Pourgadou (haute vallée d'Arrens) (pl. I, fig. 11) ; dans les Basses-Pyrénées, sud de Cambo et d'Ilatsou.

*Le terrain silurien inférieur ou cambrien et ses ophites (i<sup>1</sup>, o<sup>2</sup> de nos coupes).*

Le terrain silurien inférieur, ou plutôt le terrain cambrien, est encore aujourd'hui très-peu connu des géologues pyrénéens. M. Garrigou s'en est occupé d'une manière incidente en traitant du terrain laurentien. D'un autre côté, M. Leymerie, qui désigne sous le nom de cambrien la plupart des roches cristallines que nous plaçons dans le laurentien, range dans le silurien inférieur et dans le silurien supérieur les roches dont nous allons nous occuper (1).

Le terrain dont il s'agit a dans les Pyrénées une puissance considérable, qu'il n'est pas encore possible d'établir d'une manière rigoureuse, mais que l'on peut évaluer à environ 4 à 5000 mètres. Il est composé de schistes graphitiques noirâtres, macifères, pyriteux, alunifères, de schistes pétrosiliceux, de roches euritiques et quartzesuses, de grauwackes schisteuses, de calcaires marmoréens dolomitiques plus ou moins rubanés, souvent très-puissants, de schistes ardoisiers et de schistes talqueux satinés. La principale caractéristique de ce terrain est la présence de roches rubanées pétrosiliceuses et calcaires, très-contournées, connues sous le nom de *Barégiennes*. Ces roches se montrent à divers niveaux dans tout l'étage; elles alternent ordinairement avec des schistes noirs carburés.

Les calcaires marmoréens dolomitiques que cet étage renferme ressemblent beaucoup, au point de vue lithologique, à ceux du calcaire carbonifère dont nous parlerons bientôt; leur épaisseur varie; elle atteint en certains lieux plus de 1000 mètres. C'est dans la vallée d'Arrens (pl. I, fig. 11) qu'ils sont le mieux développés, ou plutôt qu'on peut mieux voir leurs vraies relations. Aussi allons-nous donner une coupe détaillée de cette région. Ces calcaires marmoréens jouent aussi un puissant rôle dans les montagnes du Port-de-Salau (Ariège); ils constituent une puissante bande dirigée O. 7° S.-N., que nous avons reconnue à travers les vallées de la Noguerra-Pailleres et d'Aran, au port de la Picade, dans le massif de la Penna-Blanca, et qui se poursuit à l'ouest du pic de Paderne.



Coupe A. — COUPE ENTRE ARRENS ET LE MASSIF GRANITIQUE DE LA PIQUE D'ASTE; échelle  $\frac{1}{40000}$ .

(1) Dans sa récente coupe transversale des Pyrénées françaises. (*Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXVII, Soc. GÉOL. — 2<sup>e</sup> SÉRIE, T. X. — MÉM. N<sup>o</sup> 1. 5

$y^2$ , Granites stratifiés du Laurentien, contenant çà et là des couches d'ophite ( $o^2$ );  $i^1$  cambrien :  $a$ , génite et barégienne;  $b$ , schistes noirs carburés, grauwackes et barégienne;  $c$ , calcaire marmoréen, dolomitique, gris-blanchâtre zoné, constituant la montagne d'Orcimio;  $d$ , schistes ardoisiers, grauwackes schisteuses, renfermant des barégiennes, des couches d'eurite ( $o^2$ ) et de quartz, et des calchistes sub-satinés talqueux;  $e$ , calcaires plus ou moins dolomitiques blanchâtres zonés, formant la Pène d'Aube;  $f$ , calchistes renfermant çà et là des barégiennes et une roche granitoïde très-nettement stratifiée ( $o^2$ );  $i^2$ , silurien;  $g$ , schistes satinés bleuâtres et grisâtres et roches talqueuses renfermant des petits bancs d'ophite, du silurien inférieur ( $o^3$ );  $h$ , calchistes avec quartz et calchistes bleus veinés de blanc du silurien supérieur;  $i^3$ , dévonien, schistes et grauwackes à *Retepora reticularis*, *Terebratula prisca*, etc.

Les fossiles du terrain cambrien sont très-rares; nous n'y avons jamais rencontré que quelques empreintes végétales indéterminables dans les schistes plus ou moins ardoisiers, et une sorte de Rhizopode? indét. dans les calcaires marmoréens dolomitiques de la Pène-d'Aube.

Ce terrain se développe sur une large échelle dans toutes les Pyrénées; il est ordinairement très-plissé; il accompagne le terrain laurentien ( $y^2$ ) auquel il passe insensiblement. C'est dire qu'il se montre en parfaite concordance avec ce dernier.

Le terrain cambrien renferme en certains lieux, et surtout dans les schistes graphitiques, talqueux ou ardoisiers, des porphyres en couches (Lacourt—Ariège—au nord du village) ( $o^2$ , pl. I, fig. 6), et en amas considérables (Montels, le Coffre, près de Cadarcet—Ariège) ( $o^2$ , pl. IV, fig. 1); des diorites ou ophites proprement dites, en couches de quelques centimètres à quelques mètres d'épaisseur (Arréborvent, vallée d'Estaing (1), vallée d'Arrens) ( $o^2$ , pl. I, fig. 11 et fig. A), des eurites en abondance (partout) et des roches granitoïdes nettement stratifiées (vallée d'Arrens,  $o^2$ , fig. A, p. 33.)

Certaines de ces couches ophitiques, surtout celles qui ont l'apparence porphyroïde et qui se montrent en amas, sont en relation avec des gisements minéraux importants. Nous citerons notamment la galène du Coffre, près de Cadarcet (pl. IV, fig. 1); d'autres renferment de la pyrite ou avoisinent des couches qui renferment ce minéral (vallée d'Estaing, vallée d'Arrens).

*Le terrain silurien proprement dit et ses ophites ( $i^1$ ,  $o^3$  de nos coupes).*

Boubée, le premier, signala dans les Pyrénées l'existence du terrain silurien, caractérisé à Marignac par la *Cardiola interrupta* et des *Orthocères*, et dans la vallée de la Barousse par des *Graptolites* (2). M. Leymerie démontra ensuite stratigraphi-

p. 575, pl. XIII), M. Leymerie range à tort, suivant nous, les dolomies cambriennes de la Penna Blanca et du Plan des étangs dans le silurien supérieur.

(1) Garrigou, *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXV, p. 728.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. II, p. 404; 4845.

quement la place de ce terrain dans la série. En effet, la coupe géognostique de la vallée d'Aran (1) fait voir que des calcaires bleus, noirâtres, gris, renfermant des *Encrines*, des *Orthocères* et la *Cardiola interrupta*, sont surmontés par des calcschistes verts et rouges de l'âge de ceux de Campan et de Caunes, antérieurement comparés par MM. de Buch, Girard et de Verneuil aux calcaires rouges dévoniens à goniatites de Nassau et de Westphalie. Depuis lors, divers observateurs, notamment MM. de Verneuil, Bourjot, Garrigou et E. Frossard, ont signalé en divers lieux des corps organisés appartenant à l'étage qui nous occupe.

Le terrain silurien repose *en concordance* sur les couches que nous avons classées dans le silurien inférieur ou cambrien. Les coupes qui accompagnent ce Mémoire mettent ce fait hors de doute. C'est le premier terme de la série ancienne qui contient dans les Pyrénées des fossiles incontestables et caractéristiques.

La partie inférieure est formée de schistes plus ou moins talqueux, chloritiques, plus ou moins ardoisiers et noirâtres, avec calcaires talqueux subordonnés, et quelquefois couches de poudingue quartzeux, renfermant des graptolites en certains points, notamment dans les vallées de la Garonne et de Barousse (2).

La partie supérieure est surtout très-facile à reconnaître dans nos montagnes; elle est composée de grauwackes schisteuses, de couleur marron ou jaunâtre, de calcaires gris ou bleuâtres, cristalloïdes, avec larges veines blanches remplies de barytine ou de calcaire spathique; de calcaires gris, jaunâtres, bleuâtres, ou bruns-rougeâtres, en partie fissiles, et de calcschistes, roches qui renferment toujours en abondance des articles d'encrines et des débris d'orthocères.

Voici les fossiles qui jusqu'à présent ont été signalés dans cet étage :

*Paradoxides*, sp.

*Calymene Tristani*, Brong.

*Phacops*, sp.

*Orthoceras Bohemicum*, Barr.

— *styloideum*? Barr.

— *gregarioïdes*? d'Orb.

— sp.

*Cardiola interrupta*, Sow.

*Davidsonia*?

*Encrines* (*Rhodocrinus*? *Cyathocrinus*? *Seyphocrinus*.)

*Polypiers* ind. (*Heliolites*, etc.)

*Graptolithus sagittarius*, Hisinger.

— indéterminé, plus petite.

*Myrianites*, sp.

L'étage silurien, constitué comme nous l'avons dit, est bien moins puissant que le terrain cambrien ou silurien inférieur; son épaisseur ne doit pas dépasser en moyenne 4 à 500 mètres (3). Il accompagne partout ce dernier terrain, à moins que la série ne soit interrompue par des failles; il est facile de l'étudier dans la

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. VII, p. 240; 1850.

(2) Les calcaires talqueux ont fourni à M. Fourcade, de Luchon, dans la vallée d'Oueil, des fossiles très-intéressants parmi lesquels j'ai cru reconnaître l'*Ogygia Edwardsi*.

(3) Dans la haute vallée du Salat il semble cependant dépasser cette épaisseur.

plupart des vallées pyrénéennes, notamment en remontant le cours de l'Ariège, du Salat, de la Garonne, de la Neste-d'Aure, du Gave de Pau et de ses affluents, du Gave d'Ossau, etc. Il joue un très-grand rôle dans les Petites Pyrénées de l'Ariège (massifs de Riverenert et d'Esplas), et dans les Corbières (massif de Monthoumet).

Les roches ophitiques sont assez rares dans cet étage; elles n'apparaissent même qu'au milieu des schistes ardoisiers ou talqueux de la base; elles sont quelquefois porphyroïdes ou granitoïdes, et forment des couches très-nettes et très-distinctes de peu d'épaisseur (environs Sud d'Aulus — Ariège; Sud de Marignan — Haute-Garonne; vallée d'Arrens — Hautes-Pyrénées — *fig. A*). D'autres fois elles forment des bandes puissantes, dont la largeur atteint 100 mètres; elles sont alors essentiellement dioritiques et alvéolaires, comme à Lordat (Ariège).

Dans le voisinage de ces roches on remarque quelques nids de galène, de l'oxyde de fer, etc.

Nous devons ajouter qu'il est difficile de caractériser ou plutôt de donner des caractères distinguant les roches ophitiques de cet étage de celles qui existent dans le silurien inférieur ou cambrien.

*Le terrain dévonien et ses ophites (i<sup>3</sup>, o<sup>4</sup> de nos coupes).*

Dufrénoy avait rangé le terrain dévonien, comme tous les étages de transition que nous venons de passer en revue, dans la partie supérieure du terrain cambrien (1). MM. de Buch, Gérard et de Verneuil comparèrent ensuite, avec juste raison, les calchistes verts et rouges des Pyrénées aux calcaires rouges dévoniens à *Goniatites* de Nassau et de Westphalie, ce que la découverte du *Phacops latifrons*, faite par M. Leymerie dans la Haute-Garonne, vint confirmer (2). Nous ne parlons que pour mémoire du travail de Durocher, qui divisait le terrain de transition des Pyrénées en deux étages, sans donner de preuves concluantes.

M. de Pinteville (3) prouva le premier que nos montagnes, dans la plaine de Brada, près de Gavarnie, renfermaient des fossiles du dévonien inférieur.

Depuis lors, divers observateurs parmi lesquels il faut surtout citer MM. Bourjot (4), de Verneuil (5), de Mercey (6) et E. Frossard (7), firent connaître le gisement de plusieurs fossiles appartenant à l'étage qui nous occupe.

Malgré toutes ces découvertes et tous ces rapprochements, l'on peut dire qu'au

(1) *Mém. pour servir à une descript. géol. de la France*, t. II, p. 208 ; 1834.

(2) *Loc. cit.*

(3) *Bull. Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> série, t. I, p. 137 ; 1844.

(4) — 2<sup>e</sup> série, t. XII, p. 68 ; 1854.

(5) — 2<sup>e</sup> série, t. XII, p. 71 ; 1854.

(6) — 2<sup>e</sup> série, t. XXIII, p. 280 ; 1866.

(7) *Bull. Soc. Ramond*, t. II, p. 405 ; 1867. — *Id.* t. III, p. 33 ; 1867.

point de vue lithologique, le terrain dévonien n'est connu qu'en partie. En effet, jusqu'à aujourd'hui, à l'exception de M. Coquand (1), qui soutenait, en 1838, que le grès rouge des Pyrénées ne pouvait être séparé des calschistes amygdalins à nautilus du terrain de transition (2), et de M. Bourjot, qui n'apportait pas de preuves décisives, tous les géologues qui se sont occupés de la question, notamment de Charpentier, Dufrenoy et après eux MM. Leymerie et Mussy (3), ont confondu généralement dans le trias les grès rouges, qui en réalité appartiennent au dévonien et représentent le *vieux grès rouge* des Anglais. Nos coupes et les détails dans lesquels nous allons entrer, eu égard à l'importance du sujet, le démontrent surabondamment.

Le terrain dévonien se lie si bien avec le terrain silurien, qu'il devient difficile de dire exactement où l'un finit, où l'autre commence; ce qui revient à dire que ces deux terrains sont *concordants*. C'est ordinairement par quelques calschistes un peu colorés ou par quelques grauwackes contenant dans certaines régions des fossiles divers (*Spirifer*, *Orthis*, *Atrypa reticularis*, *Retepora reticularis*, Polypiers, etc.), que cet étage commence. En certains lieux, ces couches sont recouvertes par des quartzites grisâtres; en d'autres, par des calcaires gris-bleuâtres ressemblant à ceux du silurien, mais s'en distinguant en ce qu'ils contiennent quelques couches de calcaire griotte subordonnées. Ces calcaires passent en bien des points à des dolomies marron, affectant des formes étranges (partie orientale et médiane de la chaîne Pyrénéenne, Corbières). En certains lieux, il devient très-facile d'observer le passage graduel, insensible, du calcaire à la dolomie, et il est souvent très-curieux de voir des parties calcaires ayant conservé leur teinte primitive plus ou moins claire, au milieu de dolomies très-foncées (route de Lagrasse à la Roque-de-Fa, dans le massif de Monthoumet — Corbières). Ailleurs, ces calcaires passent à des schistes et à des calschistes amygdalins rougeâtres, rosâtres, verdâtres; ailleurs encore, à des couches marmoréennes exploitées (griottes, vert de Moulin de Campan) que l'on trouve pétries de nombreux fossiles, parmi lesquels dominant les Goniatites et les Clyménies (4). On y remarque aussi des Encrines et des Orthocères.

Ce sont ces couches qui constituent la partie inférieure du terrain dévonien; elles

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 1<sup>re</sup> série, t. IX, p. 225; 1838.

(2) Tout récemment M. Coquand semble être revenu sur sa première manière de voir, et considère comme permien les grès rouges de la haute vallée d'Ossau, et ceux que M. Bourjot avait observés du col des Moines à la vallée de Baigorry. (*Bull. Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> série, t. XXVII, p. 56; 1869). Nous ne connaissons pas les grès rouges de la vallée d'Ossau, mais nous croyons que ceux des vallées d'Aspe, de la Soule et de Baigorry, appartiennent au terrain dévonien, et représentent, comme le disait M. Bourjot, le *vieux grès rouge* des Anglais.

(3) Voyez les plus récents travaux de ces savants, notamment la coupe transversale des Pyrénées françaises par M. Leymerie. (*Bull. Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> série, t. XXVII, p. 373; 1870.)

(4) Ce sont les couches qui, il y a longtemps, ont été comparées aux calcaires dévoniens de Nassau et de Westphalie.

varient beaucoup de puissance. En certains points elles n'atteignent pas 100 mètres, en d'autres elles dépassent 6 ou 800 mètres.

La partie moyenne et supérieure de l'étage dont il s'agit est constituée : 1° par des couches bréchiformes versicolores très-curieuses, sorte de magma schisteux, calcaire, granitique, épidotifère, ophitique, quartzeux, qui forme très-souvent l'assiette d'un puissant système détritique, composé de grès et de poudingues (*vieux grès rouge* des Anglais), à éléments ordinairement siliceux, quelquefois calcaires, empâtés dans une argilolite rouge de sang et violâtre, grès et poudingues alternant avec des schistes et psammites de même couleur (1); 2° par des schistes plus ou moins puissants, rougeâtres ou verdâtres, plus ou moins cristallins, souvent très-plissés, contenant en certains lieux des couches calcarifères subordonnées ou plutôt des calschistes, et ordinairement lardés de filons quartzeux.

Ces couches, comme celles de la partie inférieure, varient d'épaisseur depuis 100 mètres jusqu'à 1500 ou 2000 mètres.

On peut dire qu'il y a comme une sorte de balancement entre les divers étages du terrain qui nous occupe : c'est-à-dire que, là où l'étage inférieur augmente, les étages moyen et supérieur diminuent, *et vice versa*. Ce qui revient à dire que, là où l'élément calcaire joue un grand rôle, l'élément quartzeux et détritique ne remplit qu'un rôle insignifiant, et que, là où celui-ci augmente de puissance, l'autre n'a qu'une faible épaisseur. Tout cela démontre aussi que le terrain dévonien a, comme le permien et le trias, — nous le verrons plus loin, — une double origine, une origine détritique et une origine chimique ou hydro-thermale, et que la nature a produit synchroniquement : ici des calcaires et des calschistes, là des grès, des poudingues et des quartzites.

Pour prouver ce que nous avançons, nous allons décrire en détail trois coupes du terrain dévonien, une prise dans l'Ariège, l'autre dans la Haute-Garonne, la troisième dans les Hautes-Pyrénées.

*Coupe B. — COUPE ENTRE SEIX ET SOULEILLE, (vallée du Salat — Ariège); — (pl. I, fig. 6), échelle  $\frac{1}{80000}$ .*

*i*<sup>1</sup>, schistes graphitiques, pyriteux, alumifères, noirs et çà et là comme brûlés, du terrain cambrien ou silurien inférieur; *i*<sup>2</sup>, Silurien proprement dit, composé de schistes et calschistes bleuâtres, grisâtres, de calcaires bleus à cassure conchoïde, pyriteux, enfermant un oursin indéterminé; de schistes ardoisiers avec filons de quartz, de calschistes en dalles à Encrines, exploités à Les Palots; de calcaires bleus veinés de blanc avec traces de fossiles, de calschistes filandreux, grisâtres, bleuâtres, et de calcaires bleus avec débris d'Encrines; *i*<sup>3</sup>, dévonien composé ainsi qu'il suit : 1° calschistes verdâtres, amygdalaires, percés de trous; 2° schistes verdâtres un peu talqueux avec filons de quartz; 3° calschistes très-puissants, rubanés et contournés d'une manière toute particulière; 4° schistes un peu

(1) C'est dans ces schistes et dans ces psammites que le savant Président de la Société Ramond, M. E. Frossard, a signalé, au col d'Aspin, des empreintes végétales non encore déterminées (*Nægg-rathia* ?) *Bull. Soc. Ramond*, 4<sup>e</sup> année, 1869, note au bas de la page 124.

verdâtres ou de couleur sombre avec veines de quartz du Pont de la Taule ; 5° calcaire marmoréen à Goniatites, exploité sur le bord de la route (Griotte et vert de Campan) : il est çà et là pyritifère ; puis calcaire gris amygdalaire très-puissant, passant peu à peu à des dolomies de couleur foncée, marron ; au-delà du château de Lagarde est une dépression cachée par la culture, probablement constituée par des schistes ou des grès recouverts à la base par des dépôts glaciaires ; h, calcaire carbonifère formé de calcaires noirâtres, çà et là bréchoïdes, fétides, de marbres blanchâtres rubanés, et gris veinés de blanc, de calcaires noirs à grains fins, de calcaires noirs esquilleux fins, pyriteux, de calcaires noirâtres veinés de blanc (1), de schistes graphitiques noirâtres et d'une brèche marmoréenne à grands éléments à pâte jaunâtre, subordonnée à des calcaires marmoréens bleuâtres veinés, exploités à Cagnot près de Seix ; F<sup>5</sup>, faille de Seix ; y<sup>2</sup>, granite gneiss, du Laurentien.

Coupe C. — COUPE ENTRE ARGUT-DESSOU ET EUP, (vallée de la Garonne) ; — (pl. 1, fig. 8), échelle  $\frac{1}{80000}$ .

i<sup>1</sup>, Silurien inférieur ou cambrien ; i<sup>2</sup>, Silurien proprement dit : Schistes sans fossiles, calcaires gris à Encrines et calcaires gris-bleuâtres, foncés, plus ou moins fissiles à *Orthocères*, à *Cardiola interrupta*, à *Encrines* et à *Polypiers* ; i<sup>3</sup>, dévonien composé de haut en bas de : 1° calschistes rouges et verdâtres et calcaires colorés en gris-clair et en jaune avec des teintes vertes et roses, auxquels sont subordonnées des couches bréchiformes versicolores ; 2° grès siliceux poudingiforme, poudingue constitué par des cailloux blancs quartzeux, cimentés par du grès rouge argileux, psammites argilo-schisteux, rutilants ; 3° schistes brillants rougeâtres ; puis ophite (diorite) (o<sup>4</sup>), à petites parties d'amphibole, lamelleuse, verte, avec des points ou taches feldspathiques d'un blanc verdâtre, constituant le monticule sur lequel est assise la vieille tour de Lez ; h, calcaire carbonifère : calcaire cristallin renfermant non loin de l'ophite des cristaux de Couzeranite en prismes carrés très-grêles, qui souvent, ainsi que le dit M. Leymerie, ne sont indiqués que par leurs empreintes en creux ; brèche à fragments marmoréens blanchâtres ou nuancés de jaunâtre, exploitée autrefois sur une très-grande échelle, quelques-uns disent par les Romains ; calcaire gris-clair, bleuâtre, grisâtre, plus ou moins cristallin, passant çà et là au marbre blanc statuaire lamellaire ou laminaire ; calcaires micacés, lamellaires, variés ; calcaires verdâtres lherzolitiques (o<sup>5</sup>) ; F<sup>5</sup>, faille de Seix ; y<sup>2</sup>, Granite très-feldspathique, pegmatite et granite-gneiss en couches du Laurentien.

Coupe D. — COUPE ENTRE ARREAU ET ILHET-SARRANCOLIN, (vallée de la Neste d'Aure) ; (pl. 1, fig. 9,) échelle  $\frac{1}{80000}$ .

i<sup>1</sup>, Puissant système ardoisier et schisteux veiné de quartz, du terrain cambrien ou silurien inférieur ; i<sup>2</sup>, Schistes ardoisiers avec gros banc de grauwacke et poudingue quartzeux de couleur sale subordonné faisant saillie, du silurien proprement dit, partie inférieure ; calcaires gris-bleuâtres veinés de blanc, à *Orthocères*, *Encrines*, *Polypiers*, (*Cyathophyllum*, etc.) du silurien supérieur ; i<sup>3</sup>, dévonien, savoir de bas en haut : 1° quartzites gris se divisant en parallépipèdes formant comme des ruines au bas de la montagne ; 2° schistes rouges et calschistes de même couleur ; 3° puissant système de grès siliceux, de poudingues et de schistes d'un rouge intense ; les poudingues sont généralement constitués par des cailloux quartzeux cimentés par du grès rouge ; au N. du ruisseau d'Ardengost, ces poudingues contiennent çà et là des cailloux calcaires ; 4° schistes rutilants formant courbe ; h, terrain de calcaire carbonifère constitué par des calcaires gris-blanchâtres, marmoréens, avec traces de fossiles indéterminables, (*polypiers*, etc.), des calcaires gris marmoréens, flambés de vert et de rouge, plus ou moins tendre, exploités et connus sous le nom de Marbre de Sarrancolin, des calcaires rubanés bréchoïdes

(1) M. Mussy a trouvé dans ce système calcaire marmoréen des cristaux de couzeranite.

très-curieux en ce que certaines portions bréchoïdes sont entourées de petites couches calcaires se modelant et se contournant autour d'elles, d'autres calcaires rubanés grisâtres renfermant des traces de Gastéropodes ? ind., des calcaires noirs fétides, des schistes verdâtres talqueux alternant avec de petits bancs de calcaire, des calcaires gris esquilleux, pyriteux, et des calcaires noirâtres à dipyre ; F<sup>b</sup>, faille de Seix ; y<sup>a</sup>, couches euritiques et granitoïdes du Laurentien.

Voici les fossiles qui jusqu'à ce jour ont été signalés dans le terrain dévonien ; ceux marqués d'un astérisque ont été recueillis à la partie la plus inférieure.

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>* <i>Phacops latifrons</i>.</li> <li><i>Orthoceras</i>.</li> <li><i>Clymenia</i>.</li> <li>* <i>Bellerophon</i>.</li> <li>* <i>Nucula</i>?</li> <li>* <i>Leptaena depressa</i> ? Sow., sp.</li> <li>* — <i>Murchisoni</i>, de Vern. et d'Arch.</li> <li>* <i>Orthis striatula</i>, Schloth., sp.</li> <li>* — <i>Beaumonti</i>, de Vern.</li> <li>* — <i>devonica</i>, Keyserl.</li> <li>* — <i>hipparionyx</i>, Vanux.</li> <li>* <i>Rynchonella sub-Wilsoni</i>, d'Orb.</li> <li>* <i>Terebratula Ezquerra</i>, de Vern. et d'Arch.</li> <li>* — <i>Archiaci</i>, de Vern.</li> <li>* — <i>Guerangeri</i>, de Vern.</li> <li>* — de petite taille ind.</li> <li>* <i>Atrypa reticularis</i>, d'Orb., Linné, sp.</li> <li>* <i>Spirifer speciosus</i>, Schloth., sp.</li> <li>* — <i>subspeciosus</i>, de Vern. et d'Arch.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>* <i>Spirifer Pellico</i>, de Vern.</li> <li>* — <i>macropterus</i>, Rœmer.</li> <li>* — <i>mucronatus</i>, Conrad (<i>S. comprimatus</i>, Schloth.)</li> <li>* — <i>paradoxus</i>, Schloth., sp.</li> <li>* — <i>hystericus</i>, Schloth.,</li> <li>* <i>Davidsonia</i>?</li> <li><i>Retepora</i>?</li> <li>* <i>Cyathocrinus pinnatus</i>, Rœm.</li> <li><i>Encrines</i> indét.</li> <li>* <i>Cyathophyllum turbinatum</i>, Goldf.</li> <li>* <i>Pleurodictyum problematicum</i>, Goldf.</li> <li>* <i>Caninia</i>, (<i>Zaphrentis</i>).</li> <li>* <i>Favosites</i>? <i>ramosa</i>.</li> <li>Polypiers indét.</li> <li><i>Receptaculites Neptuni</i>.</li> <li>* <i>Nemertites</i>?</li> <li>Empreintes végétales (<i>Næggerathia</i>.)</li> </ul> |
|---|--|

Le terrain qui nous occupe se reconnaît nettement, grâce à sa coloration rouge et verte et aux contournements très-curieux de ses calcschistes. La partie moyenne et supérieure, formée de grès, de poudingues et de schistes, qui correspond au *vieux grès rouge* des Anglais, a été confondue dans les Pyrénées avec les terrains permien et triasique par la plupart des auteurs, et récemment encore par MM. Leymerie et Mussy (1).

Le terrain dévonien, qui a une puissance considérable, en certains points plus de 2500 mètres, se montre presque partout le long des Pyrénées, surtout là où

(1) Voir les récents travaux de M. Leymerie, notamment : nouvelles observations sur la non-existence de la houille dans les Pyrénées françaises, etc. (*Mém. de l'Acad. de Toulouse*, 1869.) — Coupe transversale des Pyrénées françaises, (*Bull. Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> série, t. XXVII, p. 573, 1870), et ceux de M. Mussy : les grès dits bigarrés de M. Mussy du bassin de Lez (Ariège) et des environs de Castelnau-de-Durban, au sud de ce bourg, sont dévoniens. Il en est de même des grès de Lez, de Cierp (vallée de la Garonne) et de Camous (vallée d'Aure), que M. Leymerie range dans le trias ou dans le permien. Nous dirons bientôt pourquoi ces géologues ont classé ainsi ces couches.

nous avons signalé l'étage silurien supérieur sur lequel il repose *partout* en concordance, fait très-important qu'il est bon de se rappeler ; on verra plus loin pourquoi.

C'est dans la partie moyenne de la formation, ou dans les schistes supérieurs colorés en vert et en rouge, que les roches ophitiques se rencontrent quelquefois. Ces roches forment alors des bandes plus ou moins puissantes, (50 à 100 mètres de largeur) qui insensiblement passent aux schistes qui les encaissent. L'ophite y est verdâtre, cristalline, compacte (Lez au sud de Saint-Béat — (pl. I, fig. 8, o<sup>4</sup>), Courderouch au sud de Saint-Lary), quelquefois schisteuse et terreuse (Carbourat, près de Rimont — Ariège), d'autrefois grossière et aréneuse (Saint-Antoine — Ariège).

Nous pensons aussi que les affleurements ophitiques de Saint-Engrace (Basses-Pyrénées) et ceux à l'ouest de Saint-Jean-pied-de-Port appartiennent également au terrain dévonien.

Dans le voisinage des ophites du terrain dont il s'agit, les couches schisteuses et gréseuses renferment souvent de nombreux minéraux, parmi lesquels je citerai la galène, la chalcopyrite, le cuivre gris carbonaté, l'oligiste, le fer magnétique, la pyrite, le manganèse, la barytine.

*Le terrain de calcaire carbonifère et ses ophites (h, o<sup>5</sup> de nos coupes).*

Dans nos courses dans les Pyrénées, nous avons depuis longtemps remarqué un ensemble de couches calcaires marmoréennes, dolomitiques, bréchiformes, ophitiques, schisteuses et carburées, qui se liaient en maints endroits avec le terrain de transition, et qui contenaient très-souvent en abondance certains minéraux, tels que la Couzeranite, la Trémolite, l'Actinote, le Dipyre, l'Épidote, etc.

Ces couches, généralement comprises entre le terrain dévonien vers le Sud, et les terrains secondaires proprement dits et granitiques, contre lesquels elles butent vers le Nord par faille, avaient été rangées par nous, d'une manière un peu vague, dans le terrain de transition, sans pouvoir en préciser l'âge (1), tandis que M. Leymerie et M. Mussy les classaient dans le *lias métamorphique*, en les considérant comme un *type exceptionnel* de nos montagnes.

Nous avons placé ces assises dans les terrains de transition : d'abord à cause de leurs rapports, puis parce que l'étude, *couche par couche*, des terrains pyrénéens, nous avait convaincu que le métamorphisme de contact n'y joue aucun rôle, que le ter-

(1) Ces couches n'existent pas dans les Petites Pyrénées de l'Ariège, où le dévonien bute par faille contre les marnes irisées et les grès bigarrés du trias. Voilà pourquoi ces couches ne sont pas mentionnées dans le Tableau des terrains que nous avons observés dans les Petites Pyrénées de l'Ariège, (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> série, t. XXV, p. 709); mais on verra (p. 717) qu'à propos de l'âge des ophites, nous rangeons les calcaires marmoréens à Couzeranite de Saint-Béat et d'Aulus dans le terrain de transition.

rain jurassique conserve *partout* le long des Pyrénées ses caractères normaux, et qu'il est impossible qu'il existe du jurassique *modifié*, du *lias métamorphique*, à deux pas des lieux où l'on reconnaît l'oolithe et le lias avec leur lithologie propre. Nous n'avions pu faire partager notre conviction à M. Leymerie, quoique nous eussions fait en compagnie de ce savant de nombreuses courses dans nos montagnes.

Les choses en étaient là, quand, il y a quelques mois, en mars 1870, nous fîmes dans la haute vallée du Ger (Haute-Garonne) une excursion géologique qui, rapprochée de celles que nous avons faites auparavant dans les vallées de la Garonne et de l'Aude, fixa nettement l'âge du terrain en question *au point de vue stratigraphique*, et dans une communication faite à la *Société d'Histoire naturelle de Toulouse* (séance du 8 avril 1870), en donnant la coupe de la vallée du Ger qui est figurée dans ce travail (pl. I, fig. 7), nous n'hésitâmes pas à ranger le groupe de couches dont il est question, dans lequel pourtant nous n'avions trouvé aucun fossile déterminable, dans le terrain de transition le plus supérieur, ce qui voulait dire dans le terrain carbonifère, l'étage dévonien étant plus ancien et se montrant dans la même coupe.

Nos idées furent confirmées par la lecture du travail de M. Coquand, intitulé : *Aperçu géologique de la vallée d'Ossau* (Basses-Pyrénées) (1). Ce savant géologue y démontrait notamment que les calcaires blancs marmoréens de Jetons, situés au nord des schistes dévoniens de Laruns (p. 54), appartenaient au calcaire carbonifère, qu'ils contenaient « en quantité assez considérable des fossiles d'une conservation « irréprochable, » fossiles trouvés par M. Sacaze, parmi lesquels on peut citer : l'*Amplexus coralloïdes*, Sow., des Polypiers du genre *Michelinia* (*M. compressa*, Mich.), et de nombreuses tiges de *Calamites*, découverte importante qui amenait M. Coquand à demander : « Si tous les calcaires saccharoïdes des Pyrénées que l'on a attribué au lias sont réellement de cette époque, ou s'ils n'appartiennent pas plus tôt à l'époque carbonifère, » et à dire plus loin (p. 57) : « Je n'ose point affirmer » que les marbres de la vallée d'Ossau, qui ne me paraissent différer en rien de ceux de Saint-Béat et de l'Ariège, et qui contiennent les mêmes minéraux disséminés (couzeranite, grenats), occupent exactement la même position. Il me faudrait, » avant de me prononcer, refaire l'étude des environs de Saint-Béat que je n'ai pas revus depuis 1835. Si, comme je le pense, — ajoute ce savant, — les marbres blancs de la Garonne et de l'Ariège sont la continuation de ceux de la vallée d'Ossau, leur date ne serait point celle du lias, ainsi qu'on l'a admis jusqu'ici, » mais bien celle du calcaire carbonifère. »

Les nombreux matériaux que nous possédons sur les Pyrénées nous permettent de résoudre aujourd'hui ce problème important, d'affirmer que les calcaires marmoréens à Couzeranite des vallées d'Ossau, de la Garonne et de l'Ariège, dits

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXVII, p. 43 ; 1869.

*primitifs* par de Lapeyrouse et de Charpentier, appartiennent à une seule et même époque, l'époque carbonifère, de dire que les terrains de cette période, méconnus par M. Leymerie dans ses plus récents travaux (1), jouent un rôle de premier ordre tout le long de la chaîne ; de soutenir enfin de nouveau qu'il n'y a pas de types exceptionnels, que les Pyrénées rentrent dans la loi commune, que les terrains y sont constitués *comme partout*.

Le terrain de calcaire carbonifère, au sujet duquel, eu égard à son importance, nous allons entrer dans quelques détails, repose en *concordance* sur le terrain dévonien. Nos coupes de la pl. 1 démontrent ce fait d'une façon irrécusable. C'est justement parce que M. Leymerie et M. Mussy ont considéré comme *triasique* le *vieux grès rouge* du dévonien, qu'ils ont été amenés à croire que les calcaires marmoréens de Vicdessos, d'Aulus, de la Ballongue, de la haute vallée du Ger, de Saint-Béat et de Sarrancolin, représentaient le *lias métamorphique*. Nous apprendrons plus loin à reconnaître le véritable trias et à étudier ses vrais rapports de position.

L'étage carbonifère est composé de calcaires marmoréens, gris-bleuâtres, veinés, gris-clair à pâte fine, gris-noirâtres, noirâtres à grain fin, de calcaires blanchâtres plus ou moins dolomitiques, plus ou moins fétides au marteau, passant à des marbres statuaire d'un blanc pur, lamellaires ou laminaires (Saint-Béat), à des marbres cipolins, à des marbres gris-clair légèrement flambés de vert et de rouge (Sarrancolin), auxquels sont très-souvent subordonnées des brèches à éléments calcaires de teinte pâle jaune Nankin, des calcaires en petits bancs, des calcaires variés, des calcaires rubanés, des cargneules ou calcaires cariés jaunâtres. En bien des lieux ces divers calcaires alternent avec des schistes plus ou moins graphitiques, noirâtres, et avec des schistes talqueux, grisâtres et verdâtres, à filons de quartz.

Les minéraux sont très-fréquents dans cet étage ; on remarque souvent, surtout dans les dolomies et dans les calcaires marmoréens, de nombreux cristaux de Couzeranite, du Dipyre, du Talc, de la Trémolite, de l'Actinote, de l'Épidote verte et fleur de pêcher, du Quartz en grains, quelquefois de l'Arragonite ainsi que des amas considérables de fer oligiste, de limonite (Vicdessos — Ariège, Ferrières — Hautes-Pyrénées), etc.

Les roches ophitiques s'y développent d'une façon grandiose ; elles forment de puissants dépôts au milieu des calcaires, des cargneules et des schistes de cette époque. L'ophite ou diorite proprement dite, l'ophite type, verdâtre et très-

(1) Sur la non-existence du terrain houiller dans les Pyrénées françaises entre les gîtes extrêmes des Corbières et de la Rhune (*Compt.-rend. de l'Institut*, t. LXVIII, p. 4040 ; 1869) ; — Nouvelles observations sur la non-existence de la houille dans les Pyrénées françaises entre les gîtes extrêmes de la Rhune et des Corbières (*Mém. de l'Acad. imp. des Sciences de Toulouse*, 1869) ; — Explication d'une coupe transversale des Pyrénées françaises, etc. (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> série, t. XXVII, p. 573 ; 1870) ; — Observations au sujet d'un Aperçu de la vallée d'Ossau publié par M. Coquand (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> série, t. XXVII, p. 640 ; 1870).

crystalline, l'ophite un peu gréseuse et l'ophite tigrée, y constituent des bancs d'une largeur considérable, qui dépasse quelquefois 500 mètres. (Vallée de Lez entre Bordes et Engomer, Salsein et Argein dans la Bellongue — Ariège ; Couledoux, vallée du Ger, (pl. I, fig. 7) ; col de Menté, Lez, (pl. I, fig. 8) ; Arguenos et Cazaunous — Haute-Garonne ; Lortet, (pl. I, fig. 9), base du Mouné de Bagnères, (pl. I, fig. 10) ; pied nord du pic de Bazès, (pl. I, fig. 11), et environs de Ferrières (*id.*) — Hautes-Pyrénées ; bassin de Redous, environs de Saint-Jean-Pied-de-Port, (pl. I, fig. 14).

Un fait très-curieux, fort important à noter pour l'histoire des roches vertes des Pyrénées, c'est que la variété dite Lherzolite, — composée, on le sait, de péridot (olivine) et de pyroxène (diopsidé et enstatite), — appartient *exclusivement* à cet étage, où elle constitue des sortes de couches dont la largeur varie entre quelques mètres et 400 mètres (env. de Prades ? ou de Comus — Aude ; bande entre Vicdessos et Seix par l'étang de Lhers, (pl. I, fig. 5), Saint-Lary — Ariège ; Portet, Lacus vallée du Ger, (pl. I, fig. 7), Arguenos (Haute-Garonne), col de Lurdé, région des Eaux-Bonnes et des Eaux-Chaudes).

La Lherzolite renferme fréquemment de l'actinote, du talc, de la stéatite, et passe parfois à la serpentine ; elle empâte souvent les brèches du terrain carbonifère, ou plutôt leur sert de ciment (env. de Prades — Aude ; Étang de Lhers près d'Aulus — Ariège ; sud de Bayen près de Lesponne, Medous près de Bagnères-de-Bigorre — Hautes-Pyrénées).

On remarque souvent aussi au milieu des calcaires de cette formation des couches peu puissantes d'eurite, passant à l'eurite granitoïde, et des roches amphiboliques (bords de la Guette, affluent de l'Aude auprès des Gorges de Saint-Georges), (pl. I, fig. 2) ; S. de Lacus, vallée du Ger, (pl. I, fig. 7), Pic de Bazès près de Ferrières — Hautes-Pyrénées (pl. I, fig. 11).

Les roches ophitiques du terrain carbonifère, qu'il est facile de distinguer des autres ophites parce qu'elles avoisinent des couches marmoréennes et dolomitiques, pétries de minéraux particuliers, tels notamment que la Couzeranite et le Dipyre, et qu'elles passent fréquemment à la Lherzolite, sont, avec les ophites du trias que nous étudierons bientôt, celles qui, dans les Pyrénées, jouent le rôle le plus important. On peut les suivre presque d'un bout de la chaîne à l'autre (pl. III), depuis les bords de la Boulzane (Aude), jusque dans la haute vallée de Laurhibar (Basses-Pyrénées).

Pour donner une idée aussi complète que possible à l'heure qu'il est de la lithologie du terrain de calcaire carbonifère, nous allons décrire en détail trois coupes relevées sur les bords de l'Aude, dans la vallée du Ger et dans la haute vallée d'Asson. Cette dernière coupe a été prise à quelques lieues à l'est de la vallée d'Ossau, où M. Coquand a signalé les fossiles qui caractérisent cet étage au point de vue paléontologique.

Coupe E. — COUPE ENTRE LA FORÊT DE NAVARRE ET LES GORGES DE SAINT-GEORGES (vallée de l'Aude) (pl. I, fig. 2), échelle  $\frac{1}{80000}$ .

$y^2$ , Granite se décomposant plus ou moins facilement;  $i$ , terrain cambrien composé de schistes, de calcaires plus ou moins rubanés, de calcaires gris compactes à cassure esquilleuso-cireuse, de dolomies d'un blanc-jaunâtre alternant à la partie inférieure avec des barégiennes (roches pétrosiliceuses);  $i^2$ , terrain silurien formé par des calcaires et des schistes avec rares traces d'Encrines?  $i^3$ , terrain dévonien peu développé, constitué par des schistes, des grauwackes, des poudingues verdâtres, des schistes verts et rouges et des grès rutilants (cette dernière série est surtout visible en allant des Couillets-Nègres — carte du dépôt de la guerre — à Roquefort-de-Sault par le col de la Malagrède);  $h$ , terrain de calcaire carbonifère, savoir, de bas en haut: 1° calcaires blancs lamellaires ou laminaires, marmoréens, très-puissants, dans lesquels sont creusées les profondes dépressions qui donnent passage à l'Aude et à la Guette. Ces calcaires passent çà et là à une dolomie brillante sableuse, ailleurs à des couches marmoréennes bleuâtres; en d'autres points ils alternent avec des couches euritiques et amphiboliques ( $o^5$ ) et avec des brèches talqueuses, verdâtres, notamment en remontant un peu la Guette; 2° brèches de couleur pâle, quelquefois à fragments bleuâtres, tranchant sur le ciment jaunâtre, d'autres fois à fragments d'une blancheur éclatante; ces brèches rappellent de tous points les marbres autrefois exploités à Saint-Béat dans la carrière attribuée aux Romains; 3° calcaires variés plus ou moins fétides, noirâtres, grisâtres, rosâtres, en petits bancs et en couches irrégulières avec brèches subordonnées, calcaires en gros bancs grisâtres, marrons, très-veinés de blanc; 4° calcaires gris-bleuâtres foncés, en petits bancs rubanés, calcaires gris un peu rosés esquilleux, marmoréens, largement spathiques, et calschistes gris foncés, largement veinés de blanc, ressemblant aux calcaires du silurien supérieur. Cette dernière série alterne avec des schistes graphitiques noirâtres;  $F^5$ , faille de Seix;  $C^1 alb^2$ , calcaires gris-foncé, esquilleux veinés de blanc, et calcaires gris-clair esquilleux, marmoréens, sub-lithographiques, çà et là un peu rosâtres, comme corrodés à l'extérieur par les eaux, renfermant quelques sections de *Caprotines*, de l'albien moyen;  $C^1 alb^1$ , calschistes et schistes ardoisiers gris-noirâtres, çà et là jaunâtres par décomposition, avec plaquettes de calcaire de l'albien inférieur.

Coupe F. — COUPE ENTRE EL COUÉOU ET HENNEMORTE (vallée du Ger) (pl. I, fig. 7), échelle  $\frac{1}{80000}$ .

$i^2$ , terrain silurien recouvert par la végétation;  $i^3$ , terrain dévonien peu visible, contenant le *Phacops latifrons* recueilli par M. Leymerie;  $h$ , terrain de calcaire carbonifère, savoir, de bas en haut: 1° calcaire bréchoïde jaune pâle et brèches semblables à celles des bords de l'Aude et de la Guette; 2° calcaire gris foncé; 3° calcaires jaunâtres cargneuliformes et calcaires marmoréens, auxquels sont subordonnées des ophites stratifiées passant à la lherzolite, et des roches amphiboliques et euritiques variées ( $o^5$ ); 4° puissant massif de calcaires gris-bleuâtres, marmoréens çà et là, fétides sous le marteau; 5° schistes graphitiques noirâtres, calcaires bleuâtres avec larges veines, ressemblant aux calcaires du silurien supérieur, calcaires marmoréens blanchâtres avec parties verdâtres, peut-être lherzolitiques, schistes noirâtres graphitiques;  $F^5$ , faille de Seix;  $J^3$ , oolithe supérieure; calcaires gris à Gastéropodes de grande taille indét., et calcaires veinés ressemblant au portor, calcaires noirs fins, quelquefois avec veines blanches et traces de fossiles se détachant en blanc, (c'est le gisement d'*Ostrea virgula*, signalé par M. Hébert (1), dolomies fétides, calcaires noirs avec nérinées? et nombreux gastéropodes indét., brèche portor, calcaires noirs veinés de blanc avec traces de fossiles se détachant en blanc;  $J^2$ , oolithe moyenne: brèches dolomitiques et calcaires bréchoïdes, fétides sous le marteau, alternant avec des schistes et des calschistes noirâtres;  $F$ , faille;  $y^1$ , terrain laurentien euritique et grani-toïde du massif de Millas.

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> série, t. XXIV, p. 323 et suivantes.

Coupe G. — COUPE ENTRE LES CABANES-D'ARTIGAUX ET CALLIBET (vallée d'Asson) (pl. 1, fig. 11), échelle  $\frac{1}{80000}$ .

3, Grauwackes, calcaires noduleux et calschistes ou terrain dévonien; h, terrain de calcaire carbonifère, savoir, de bas en haut : 1° calcaires bleuâtres veinés de blanc, en bancs bien réglés, calcaires noirs-bleuâtres avec veines blanches, en petites couches alternant avec des schistes ardoisiers et sub-ardoisiers noir-bleuâtres, jaunâtres à l'intérieur; 2° puissante série de schistes ardoisiers avec veines ou couches de quartz, çà et là talqueux, renfermant un puissant dépôt ophitique (o<sup>s</sup>) qu'accompagnent des cargneules jaunâtres. Cette ophite se poursuit en direction sur plusieurs lieues d'étendue; on la retrouve notamment dans la même position tout auprès d'Arbeost; 3° puissante masse calcaire qui constitue le pic de Bazès, composée de la manière suivante : calcaire dolomitique gris veiné jaunâtre à l'extérieur; calcaire à structure schisteuse, gris-bleu noduleux, se divisant en grosses dalles; calschistes passant quelquefois à des schistes; calcaires divers gris-bleuâtres, auxquels sont subordonnées des couches d'eurite qui colorent par leur décomposition ce système en rouge; calcaires gris avec taches blanches, jaunes marron à l'extérieur; 4° puissante série formée de schistes ardoisiers contenant des couches ou des veines de quartz; à ces schistes sont subordonnés en deux endroits, au sud de Ferrières et à Ferrières même, des calcaires marmoréens blancs zonés, des calcaires blonds et des calcaires zonés noduleux avec taches blanches; 5° calschistes et schistes ardoisiers noirâtres et roches de couleur marron, au milieu desquels on trouve la mine de fer de Baburet (limonite, oligiste, fer manganésifère) et de l'ophite (o<sup>s</sup>); 6° calschistes gris recouverts par la végétation; F<sup>s</sup>, faille de Seix, F<sup>4</sup>, faille de Castelnau-de-Durban; J<sup>1</sup>, J<sup>2</sup> et J<sup>3</sup>, système oolithique formé de calcaires divers et de dolomies noires fétides.

Les trois coupes dont nous venons de donner la légende détaillée démontrent que les roches ophitiques sont contemporaines du terrain carbonifère, puisqu'elles s'y montrent en bancs plus ou moins puissants, qu'elles servent de ciment à certaines brèches, et qu'elles *alternent* avec les calcaires et les schistes de cette formation.

Les corps organisés que nous avons pu recueillir dans le terrain carbonifère sont peu déterminables : ce sont des gastéropodes, des débris de polypiers et des traces de bivalves, trop engagés dans la roche pour pouvoir être dénommés; mais nous espérons qu'avant peu, l'attention étant éveillée sur les calcaires et les schistes graphitiques de cette formation, on signalera en bien des points les fossiles que M. Coquand a indiqués.

A en juger par toutes nos coupes, le terrain de calcaire carbonifère a dans nos montagnes une puissance énorme, que l'on peut évaluer à plus de 4000 mètres. Il est à présumer que nous ne connaissons pas encore la composition entière de cette formation; car partout les couches qui la constituent butent par faille contre les terrains granitiques et jurassiques. Quoiqu'il en soit, elle forme, telle que nous la connaissons aujourd'hui, une bande très-remarquable à mi-flanc des Pyrénées françaises, bande dirigée O. quelques degrés N., — qui entre dans la composition des montagnes de second ordre, — que l'on peut suivre presque sans interruption des environs de Sournia (Pyrénées-Orientales), jusqu'à Saint-Jean-Pied-de-Port (Basses-Pyrénées), par les forêts domaniales de Boucheville, de Resclause, près de Sainte-Colombe; par la partie sud des gorges de Saint-Georges

(pl. I, fig. 2), et du vaste plateau de Bessède, Rodome, Belcaire et Prades-Montailou (pl. I, fig. 3); par le pic de Géralde, les montagnes au nord de Causson, celles d'Axiat et d'Appi, au sud du massif de Tabes ou de Saint-Barthélemy. Interrompue un moment et rejetée au sud, cette bande constitue les principales montagnes calcaires de Siguer (pl. I, fig. 4), de Vicdessos, d'Aulus (pl. I, fig. 5), et de Seix (pl. I, fig. 6); brisée, ou pour mieux dire interrompue de nouveau entre le pech du Causse de Seix et Castillon, elle se poursuit à l'ouest par la Bellongue, Saint-Lary, Portet, Couledoux (pl. I, fig. 7,) le col de Menté, constitue les montagnes de Cap del Mount (pl. I, fig. 8,) et d'Arrie près de Saint-Béat (vallée de la Garonne), celle de Cap-de-Ser d'Aouarjo au nord de Cierp. On la voit reparaitre à Sost, dans la vallée de Barousse, où elle forme le pic de Mont-Las; de là on la suit, par les montagnes de Bassia et du Mont du Pas de la Saoume, jusques à Ilhet-Sarrancolin (pl. I, fig. 9), et Camous dans la vallée d'Aure, d'où elle se poursuit dans la vallée de Campan; elle constitue ensuite la crête de Bayen et la plaine d'Esquiou au sud du Mouné de Bagnères-de-Bigorre (pl. I, fig. 10), les montagnes de Hounn-Arrouye, de Soula-gnets, de Cotdoussan, d'Ourdis, de Berberet et de Geu. Rejetée de quelques kilomètres au sud par une faille qui a déterminé le cours du Gave de Pau (vallée d'Argelès), cette bande se poursuit à l'ouest de Vidalos par la vallée d'Extrême de Salles, le signal de Gès à l'ouest d'Argelès-de-Bigorre, les pics de Berbeillet, de Bazès et de Navaillo, près de Ferrières (pl. I, fig. 11); les montagnes de Grum, de Mont Lé, de Listo et d'Auzu, entre les vallées d'Asson et d'Ossau; la montagne de Jetons, où ont été trouvés les fossiles du terrain qui nous occupe cités par M. Coquand, le pic Bareilles, le vallon d'Aydius et les montagnes qui le dominent au nord. Enfin de Bedous (valle d'Aspe) (pl. I, fig. 12), la bande dont il s'agit, toujours en se dirigeant vers l'O. quelques degrés N., doit former les montagnes du haut vallon de Lourdios, les pics qui environnent au nord Sainte-Engrace, les environs de Lioq (vallée de la Soule) (pl. I, fig. 13); les montagnes du Mont d'Aphanice, de Mendive, etc., qui dominent au nord la haute vallée de Laurhibar, ainsi que les montagnes qui avoisinent Saint-Jean-le-Vieux et Saint-Jean-Pied-de-Port.

Cette bande n'est pas la seule qu'on puisse observer dans les Pyrénées françaises; il en est d'autres plus au sud que des recherches ultérieures permettront de limiter. M. Coquand a déjà signalé au sud du pic de Ger (1) dans la plaine de Sousscou, des calcaires à Couzeranite, des schistes noirs et des psammites à empreintes végétales (fougères, etc.), qui font partie du terrain carbonifère, et au sud de Gabas (vallée d'Ossau) vers les frontières de France et d'Espagne, des calcaires accompagnés de végétaux fossiles encore indéterminés et d'un gisement d'antracite, qui pourraient appartenir à cet horizon. Nous croyons d'ailleurs devoir rappeler que le terrain de

(1) *Loc. cit.*, p. 55.

calcaire carbonifère joue un puissant rôle dans les Pyrénées cantabriques et asturiques, et que MM. de Verneuil et Collomb ont indiqué, dans leur Carte géologique de l'Espagne, l'existence d'une bande carbonifère sur une partie du versant méridional des Pyrénées.

La largeur de la bande que nous avons signalée sur le versant nord des Pyrénées varie entre quelques centaines de mètres et 5 ou 6 kilomètres. C'est entre Sainte-Colombe (Aude) et le pied du mont Saint-Barthélemy (Ariège), entre Castillon (Ariège) et Couledoux (Haute-Garonne), entre Sost et Sainte-Marie (Hautes-Pyrénées), puis entre Argelès-de-Bigorre et Saint-Jean-Pied-de-Port (Basses-Pyrénées) qu'elle atteint sa plus grande largeur.

Ainsi que le montrent toutes les coupes de la pl. 1, cette bande (*h*) succède régulièrement au terrain dévonien (*i*<sup>3</sup>), et bute au nord par faille contre des terrains divers : aux gorges de Saint-Georges (pl. 1, fig. 2) et à Comus (pl. 1, fig. 3) contre les calcaires à caprotines de l'albien supérieur (*C<sup>1</sup> alb<sup>2</sup>*) ; à Miglos (pl. 1, fig. 4), au Pont de la Houle (pl. 1, fig. 7) et à Lastite (pl. 1, fig. 11) contre les calcaires et les dolomies de l'oolithe (*J<sup>1</sup>, J<sup>2</sup>, J<sup>5</sup>*), à las Escalles (pl. 1, fig. 5), à Seix (pl. 1, fig. 6), à Eup (pl. 1, fig. 3), Ilhet-Sarrancolin (pl. 1, fig. 9), contre le terrain granitoïde laurentien ; au pic du Mouné de Bagnères-de-Bigorre (pl. 1, fig. 10) contre les cargneules du lias inférieur ; au col de Menté (projection en arrière du plan, pl. 1, fig. 8) contre le terrain oolithique et le terrain de la craie inférieure. Cette faille, dont la dénivellation atteint en certains points plus de 10,000 mètres, a été désignée dans nos coupes par la lettre *F<sup>b</sup>* ou le nom *faille de Seix*. C'est une des plus importantes brisures pyrénéennes. Nous y reviendrons dans la 2<sup>e</sup> partie de ce travail.

On le voit, le terrain de calcaire carbonifère, naguère inconnu dans nos montagnes, y joue un puissant rôle ; il a la même composition qu'ailleurs : de nombreux filons métallifères, des dolomies, des calcaires noirâtres, fétides, comme en Angleterre et en Belgique ; du gypse comme dans les États-Unis ; des marbres blancs statuaire comme à Carrare et dans l'île d'Elbe ; des roches ophitiques très-puissantes qui sont les équivalents des trapps de l'Angleterre. Espérons que des recherches assidues y feront découvrir des couches de houille et d'anthracite exploitables. Nos montagnes trop peu étudiées recèlent peut-être des richesses considérables ; aussi doit-on regretter l'ardeur avec laquelle plusieurs savants ont cru pouvoir affirmer que le terrain carbonifère n'existe pas dans les Pyrénées françaises ; tout ce qui était calcaire noirâtre ou schisteux était pour eux du jurassique ; tout ce qui était dolomitique ou cristallin était encore du jurassique, mais du jurassique *métamorphique* (1).

(1) Nous devons dire ici que M. Boubée avait depuis longtemps déjà protesté contre la théorie du *métamorphisme* (*Bains et courses de Luchon*, 2<sup>e</sup> édit., p. 448), et quoiqu'il n'ait pu alors, faute de données suffisantes, assigner le vrai niveau du calcaire marmoréen de Saint-Béat, qu'il plaçait immédiatement au-dessus des terrains de granite et de micaschiste de de Charpentier, il n'en est pas moins vrai qu'il s'est

*Le terrain houiller et ses ophites (H, o<sup>6</sup> de nos coupes).*

Ce terrain n'a été signalé jusqu'à ce jour d'une manière certaine qu'aux deux extrémités de la chaîne pyrénéenne : à Ségure et à Tuchan (Corbières) où il a été étudié d'abord par Dufrenoy (1), puis par M. Noguès (2); à la Rhune et à Sare (Basses-Pyrénées) où il a été tout dernièrement visité par la Société géologique de France (3), et rapporté par M. Bureau (4) à la partie moyenne et supérieure de la formation.

Avec la formation de calcaire carbonifère s'est terminé en réalité le terrain de transition dont tous les termes, nous l'avons vu, sont *concordants* entre eux. Après le dépôt de cette puissante série les Pyrénées, ainsi que nous l'avons dit, furent disloquées et dénudées, et, sur les tranches plus ou moins relevées des couches granitiques, laurentiennes, cambriennes, siluriennes, dévoniennes et carbonifères se déposèrent en stratification *discordante* des roches détritiques renfermant des couches de houille.

Le terrain houiller proprement dit des Pyrénées françaises et des Corbières, encore aujourd'hui peu connu, est formé comme partout de poudingues et de grès grisâtres, plus ou moins brunâtres, quartzeux, micacés, souvent à pâte quartzreuse ou feldspathique, auxquels sont subordonnées des argiles un peu schisteuses, grises ou noirâtres, à empreintes végétales, et des couches de houille peu épaisses et de qualité médiocre.

opposé de toute son énergie à ce que cette formation qui, nous l'avons vu, appartient en réalité au calcaire carbonifère, soit considérée comme du *jurassique métamorphique*. On en jugera par le passage suivant (p. 277) :

« Je ne craindrai pas d'invoquer ici le témoignage et la bonne foi des géologues indépendants qui viendront visiter Luchon, et qui prendront la peine d'étudier à fond cette question intéressante.... »  
 « Qu'après avoir fait le tour du massif des calcaires, horizontalement et verticalement, ils complètent leur exploration en parcourant dans tous les sens (chose très-essentielle) le vallon d'Eup et ensuite celui de Marignac; ils resteront alors convaincus de la manière la plus certaine que le marbre statuaire de Saint-Béat, pas plus que les calcaires saccharoïdes si divers qui l'accompagnent, ne sauraient en aucune façon être rangés dans le terrain jurassique; qu'ils sont très-positivement inférieurs au terrain silurien (a), et que par conséquent ils ne peuvent être placés qu'à la partie supérieure des micaschistes. »

(1) *Explicat. de la carte géol. de la France*, t. I, p. 594; 4854.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XIV, p. 785; — *idem*, t. XVI, p. 769; 4859.

(3) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXIII, p. 824; 4866 (Réunion extraordinaire à Bayonne).

(4) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXIII, p. 846; 4866.

(a) Le terrain ainsi nommé par Boubée est vertical ou sub-vertical (voir nos coupes, pl. I, fig. 8, où il est représenté par la lettre i<sup>1</sup>); il est séparé du calcaire marmoréen de Saint-Béat par les schistes et les calcaires à *Cardiola interrupta* du silurien i<sup>2</sup> et par les calschistes rouges et les grès de même couleur du dévonien i<sup>3</sup>, tandis qu'au nord, ce même calcaire de Saint-Béat bute par faille (faille de Seix, F<sup>3</sup>) contre les roches granitoïdes et gneissiques du laurentien.

Les empreintes végétales déterminées jusqu'ici se rapportent aux espèces suivantes :

*Pecopteris polymorpha.*

— *Nestleriana*, Ad. Brong.

— *Lartetii*, Ed. Bureau.

*Dictyopteris neuropteroides*, Guthrie.

*Annularia brevifolia*, Ad. Brong.

*Stigmaria.*

*Calamites Cistei*, Ad. Brong.

— *cannæformis.*

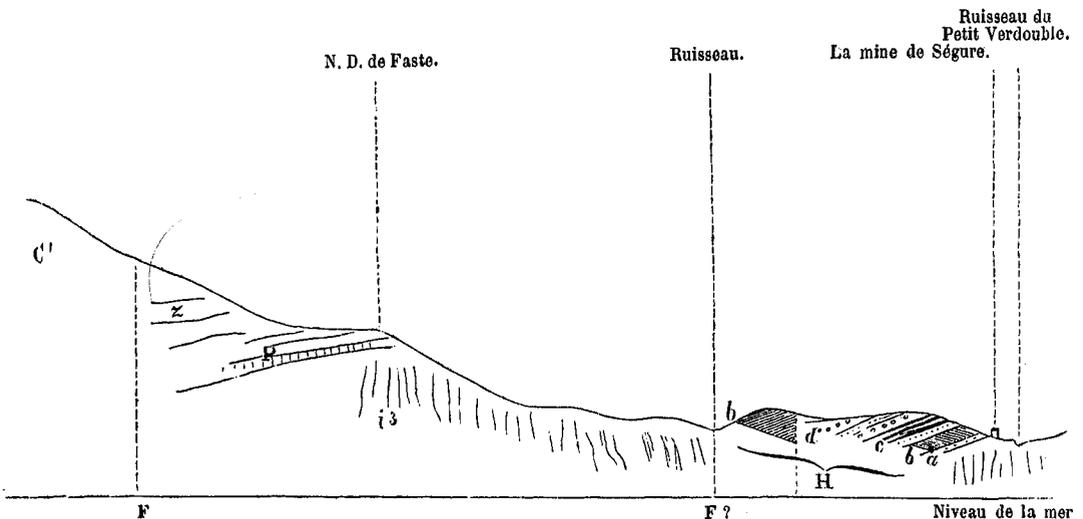
*Sigillaria pachyderma.*

— *Brardii.*

*Noeggerathia.*

Les gisements signalés dans les Corbières renferment des roches ophitiques, appartenant surtout à des porphyres gris-clair ou blanc sale, à base de feldspath compacte, avec de petits cristaux de quartz, d'amphibole, à des argilophyres, à certaines roches pétrosiliceuses verdâtres, et à certains porphyres pyroxéniques. (Certains de ces porphyres, d'après Dufrénoy et Noguès, passent à l'amygdaloïde.)

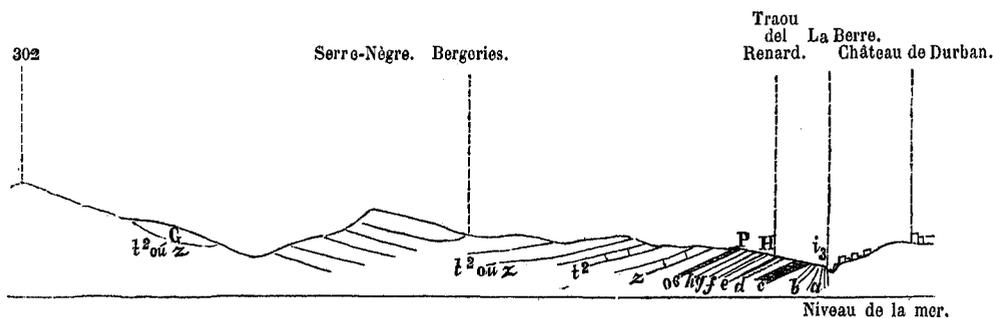
Ces porphyres sont loin de jouer dans le terrain houiller le rôle éruptif que leur prête Dufrénoy; ils s'y montrent en couches alternant plus ou moins avec des roches détritiques. On s'en convaincra facilement en jetant un coup d'œil sur les deux coupes que nous avons prises il y a quelque temps dans les bassins de Ségure et de Durban. La fig. H montre que Dufrénoy a été induit en erreur par des failles.



Coupe H. — COUPE ENTRE LA MINE DE SÉGURE ET N.-D. DE FASTE, échelle  $\frac{1}{10000}$ .

i3, terrain dévonien très-plissé, très-redressé, formé de schistes satinés gris-bleuâtres, verdâtres et rougeâtres avec roche euritique verdâtre veinée de quartz, subordonnée, près de la maison de la mine; H, terrain houiller: a, sorte de conglomérat constitué par des schistes verdâtres et rougeâtres non roulés, grès gris-verdâtre renfermant des couches de 0<sup>m</sup> 30<sup>c</sup> d'épaisseur de porphyre verdâtre, grès friable, sorte d'argilophyre un peu verdâtre, total, 40 mètres; b, argile rouge et verte, grumelée, passant peu à

peu à une sorte de porphyre blanchâtre, verdâtre, rougeâtre et vert foncé à pâte fine (60<sup>m</sup>); *c*, grès friable sableux, verdâtre, sorte de porphyre remanié ou décomposé, sur lequel s'appuient des alternances d'argile grise, de schistes noirâtres, de petites couches charbonneuses, des grès à empreintes végétales et des grès gris siliceux et feldspathiques (grès houiller proprement dit) en petites couches et à grains fins (40<sup>m</sup>); *d*, conglomérat à éléments plus ou moins grossiers, empruntés au terrain de transition (40<sup>m</sup>). Ce conglomérat, qui est en bancs bien réglés, est recouvert par des grès fins verdâtres passant à des argilolithes qui sont à leur tour recouverts par un conglomérat incohérent ou à ciment de grès grossier; F, failles; P, terrain permien : grès poudingiforme à éléments empruntés au terrain de transition et à ciment rouge, argiles rutilantes du Rothe-todte-liegende; *z*, cargneules et calcaires avec argiles gypseuses du zechstein?



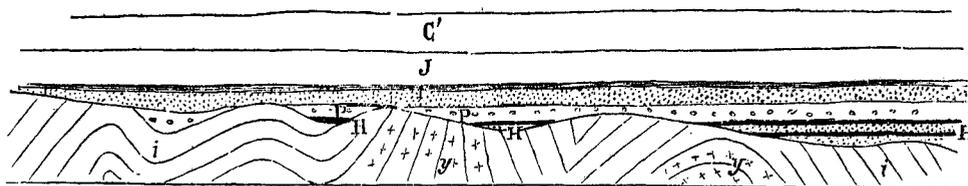
Coupe I. — COUPE DE DURBAN A SERRE-NEGRE; échelle  $\frac{1}{100000}$ .

*i*<sub>3</sub>, Terrain dévonien : *a*, schistes verts et rouges satinés, avec filons de quartz; *b*, conglomérat à très-petits éléments, argilophyre verdâtre et rougeâtre passant à un grès grossier ou contenant des fragments de schistes; H, terrain houiller : *c*, argilophyre rougeâtre et blanc-verdâtre grumelée, conglomérat dans l'argilophyre; *d*, sorte de porphyre gris-verdâtre foncé et schistes verdâtres solides; *e*, argiles noirâtres contenant des empreintes végétales et des traces de houille (Traou del Renard); *f*, schistes verdâtres alternant avec des grès verdâtres assez grossiers, siliceux, rugueux, contenant des traces de *Calamites*; *g*, grès fins et plus ou moins grossiers, séparés par des lits résistants d'argilolithe verdâtre; *h*, argilolithe vert-clair alternant avec des argilolithes subordonnées noires et comme rubanées; elles sont souvent finement gréseuses; P, terrain permien : schistes rouges lie de vin et verdâtres, comme satinés, comme remaniés à la base, renfermant à la partie supérieure une couche ophitique (*o*<sup>6</sup>); *z*, cargneules cendreuses jaunâtres, très-caverneuses, avec petits lits de schistes verdâtres et rougeâtres, et puissantes cargneules ressemblant de tous points à celle du zechstein du Tarn; *t*<sup>1</sup> ? schistes verts et rouges en partie cachés par la culture et qui représentent peut-être le grès bigarré; *t*<sup>2</sup> ou *z* cargneules et conglomérats cargneuliformes; calcaires noirs-bleuâtres veinés de blanc, calcaires légèrement rougeâtres, calcaires jaunes sillonnés de petites veines, calcaires compactes avec traces de fossiles indét., cargneules, dolomies fendillées, bréchoïdes, calcaires gris de fumée en plaquettes avec débris de corps organisés, et calcaires avec grains de quartz, du muschelkalk.

Le gîte de la Rhune est encore aujourd'hui très-peu connu. M. Garrigou en a, il est vrai, donné une coupe (1); mais nous croyons que des failles nombreuses, cachées en partie par la végétation, accidentent cette région.

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXV, p. 731; 1868.

Le terrain houiller a commencé par combler le fond des dépressions qui existaient dans les terrains anciens, puis il s'est étendu au-delà ; il doit exister en bien des points sous les dépôts permien et triasiques ; mais nous croyons devoir faire observer que la présence du permien et du trias n'est pas un indice *certain* de l'existence du terrain houiller dans la profondeur. En certains lieux le terrain de transition supporte directement les couches permiennes et triasiques, ce qui revient à dire que le terrain de transition était là émergé, ou formait des îlots au milieu de la mer de l'époque houillère (voyez les coupes, fig. H et fig. 11 de la pl. II), où le terrain permien repose directement sur les schistes dévoniens). Le diagramme suivant fera d'ailleurs



Coupe J. — COUPE IDÉALE DES DÉPÔTS SECONDAIRES REPOSANT EN DISCORDANCE SUR LES TERRAINS DE TRANSITION ET PRIMORDIAUX.

y, terrain granitique ; i, terrain de transition ; H, terrain houiller proprement dit ; P, terrain permien ; t, terrain triasique ; J, terrain jurassique ; C', terrain crétacé inférieur.

Nous ajouterons que, comme Fournet de regrettable mémoire, nous sommes convaincu que les dépôts houillers ne sont pas cantonnés là seulement où on les voit affleurer ; en d'autres termes, qu'ils ne sont pas limités comme on le croyait autrefois à des bassins isolés ; qu'au contraire ils existent sur de vastes étendues, et que des recherches bien dirigées peuvent les faire découvrir sous des terrains plus récents.

Il ressort de ce que nous venons de dire qu'en dehors des gisements connus des Corbières et de la Rhune, la houille peut exister en divers points des Pyrénées françaises et peut se trouver ailleurs, recouverte par des terrains plus récents. Ce ne sera que dans plusieurs années, alors que l'on connaîtra en détail la constitution de nos montagnes, que l'on pourra se faire une idée de la formation qui nous occupe en ce moment. Le terrain de calcaire carbonifère, qui lui aussi peut contenir de la houille, était méconnu il y a quelques mois. Des failles immenses interrompent souvent, ou pour mieux dire presque toujours, la série naturelle des terrains, de sorte que ce qui était considéré comme triasique appartient en réalité à l'époque dévonnaïque. Il faut donc se garder de conclusions prématurées, ne reposant que sur des faits négatifs ou isolés. Il faut multiplier les observations de détail, et ne pas se contenter d'explorer les vallées, mais interroger aussi les hauts sommets et les montagnes de deuxième ordre.

*Le terrain permien et ses ophites (P, Z, o<sup>7</sup> de nos coupes).*

Au-dessus du terrain houiller H, et en stratification qui semble *concordante*, il existe dans les Basses-Pyrénées, à la Rhune, des conglomérats, des grès fins, des schistes rouges psammitiques d'une épaisseur assez considérable, que les membres de la Société géologique, présents à la Réunion extraordinaire de Bayonne, en 1866, et plus tard notre ami le docteur Garrigou, ont rangés dans la formation qui nous occupe (1).

Dans les Corbières, on observe aussi en certains points et reposant en *concordance* sur le terrain houiller H, à *Sigillaria*, *Pecopteris* et *Stigmaria*, des conglomérats, des grès rouges, des schistes de même couleur très-psammitiques, que M. Noguès a rangés dans le terrain houiller (2), et que nous plaçons sans hésitation dans le permien inférieur P, c'est-à-dire dans le *rotte todte liegende* des Allemands.

Ces couches détritiques rouges sont recouvertes à la Rhune par des grès blancs, des poudingues et des argiles qui représentent le trias, et dans les Corbières par un puissant système de cargneules jaunâtres, de dolomies avec amas énormes de gypses, qui rappellent de tous points l'étage du zechstein Z que nous avons fait connaître le premier sur les bords S.-O. du plateau central de la France (3).

Cet étage, dont la puissance dépasse 400<sup>m</sup>, renferme en certains points des fossiles peu déterminables, des gastéropodes, des ostracées, des polypiers et des encrines qui rappellent un peu les fossiles de Puech Maurel, du zechstein du Tarn ; il est surmonté par des couches dont nous nous occuperons bientôt et qui appartiennent au trias proprement dit. Ce zechstein et le trias étaient avant nos observations, c'est-à-dire avant la découverte de la zone à *Avicula contorta*, rangés par les géologues qui se sont le plus spécialement occupés des Corbières (Dufrenoy, Leymerie, d'Archiac, Noguès) dans le lias inférieur (4).

Il est remarquable de voir que, dans les Pyrénées et les Corbières, comme sur les bords du plateau central de la France, l'étage du zechstein s'atrophie quelquefois d'une manière complète : il joue en effet un rôle prépondérant dans les Corbières, tandis qu'il ne se montre pas dans les Basses-Pyrénées, où, par contre, l'élément détritique est plus abondant. Comme nous le disions dans notre travail sur les formations secondaires des bords du plateau central de la France (p. 44) : « Les » roches magnésiennes et calcaires du zechstein, comme celles du muschelkalk et

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXIII, p. 825 ; — *id.*, t. XXV, p. 97.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XVI, p. 69.

(3) Etude des formations secondaires des bords S.-O. du plateau central de la France entre les vallées de la Vère et du Lot. (*Bull. Soc. d'Hist. nat. de Toulouse*, t. III, p. 5 ; 1869.)

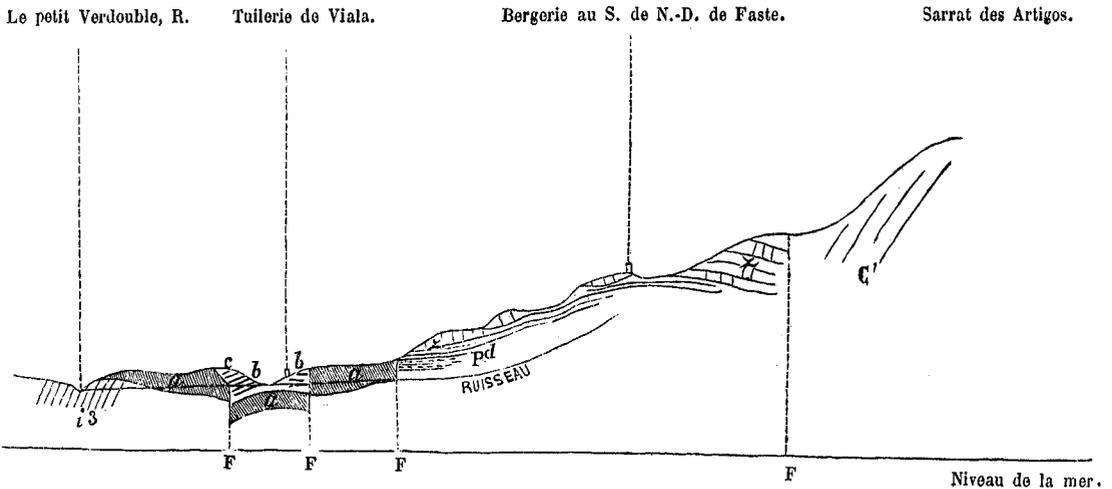
(4) *Bull. Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> série, t. XXIV, p. 721 ; 1867.

» du keuper, avec lesquelles elles ont d'ailleurs tant de points de ressemblance, forment au milieu des roches détritiques d'immenses lentilles très-aplaties, dont la production a dû avoir lieu sous l'influence de sources calcarifères et magnésiennes venant de l'intérieur, pendant que les phénomènes d'érosion superficielle se développaient tout à côté pour former les grès et les argiles; » ce qui revient à dire que le permien a une double origine.

Les coupes les plus complètes du permien sont celles que nous avons relevées dans les environs de Ségure et de Durban, notamment entre ce dernier village et Serre-Nègre (fig. I, p. 51), entre la tuilerie de Viala, au S. de Ségure et le Sarrat des Artigos à la base du Tauch (fig. K, ci-dessous).

Voici la légende détaillée des couches qui se rapportent au permien (P) et au zechstein (Z) dans la coupe fig. I, de haut en bas.

Z. Puissantes Cargneules, très-caverneuses; Cargneules cendreuses jaunâtres, aussi très-caverneuses; avec petits lits de schistes verdâtres et rougeâtres subordonnés, trace de gypse;  $\sigma^7$  roche ophitique de quelques mètres d'épaisseur; P. Schistes rouges lie de vin et verdâtres, comme satinés, passant à une sorte de conglomérat schisteux à la base, 40 à 45 m; H. Argilolithes un peu gréseuses, vert clair, alternant avec des argilophyres noires subordonnées, du terrain houiller.



Coupe K. — COUPE ENTRE LA TUILERIE DE VIALA ET LE SARRAT DES ARTIGOS ET LA BASE DE TAUCH; échelle  $\frac{1}{10000}$ .

$\sigma^3$ , schistes verdâtres satinés du dévonien; H, terrain houiller: a, porphyre et roche pétrosiliceuse verdâtre; b, schistes avec couches de houille; c, conglomérat incohérent à gros éléments; P, permien: d, grès siliceux poudingiformes, rougeâtres, alternant avec des argiles d'un rouge intense (50 m) et argilolithes rougeâtres un peu verdâtres (40 m) z, zechstein: cargneules, dolomies sillonnées très-puissantes, contenant à la base des amas considérables de gypse rougeâtre-grisâtre (50 m) et des argiles colorées remplies de quartz bi-pyramidé (hyacinthe de Compostelle); cargneules bréchoïdes, grès, arkose, calcaires variés rosâtres, zonés, grisâtres, bleuâtres, veinés de blanc, dolomies sillonnées de petits trous; C<sup>1</sup>, aptien, calcaire compacte du crétacé inférieur, étages aptien et néocomien.

Le zechstein, nous venons de le voir, est essentiellement composé de cargneules, auxquelles sont subordonnées dans les coupes que nous venons de passer en revue, des argiles colorées, des gypses et des roches ophitiques. En bien des points des Corbières ces dernières roches sont très-puissantes, et passent ordinairement à la variolite, à l'amygdaloïde, à la spilite et à des wackes plus ou moins terreuses; elles se divisent ordinairement, par le choc ou naturellement, en parallélépipèdes irréguliers, renferment du talc, du fer oligiste, du quartz en veines, et avoisinent très-souvent des gypses et des marnes irisées, qui contiennent de nombreux cristaux de quartz bi-pyramidé (Hyacinthe de Compostelle).

C'est entre le col de Gléon, Villesègue et la Berre, au sud du moulin Bladier en allant vers Durban, que l'on peut le mieux juger, dans les Corbières, de la puissance et de l'alternance des roches ophitiques avec les couches cargneuliformes et gypseuses dont nous venons de parler.

Du col de Gléon à Villesègue, on recoupe en écharpe un système très-puissant *vertical*, dirigé N.-O., qui permet d'examiner, sur 1 kilomètre 1/2 de longueur, les roches suivantes :

A la montée du col de Gléon, gypse rosâtre, vineux, plus ou moins rubané, grisâtre, rougeâtre, verdâtre, contenant en certains points de nombreux morceaux plus ou moins anguleux d'ophite verdâtre et de gypse de couleur vermillon, sorte de brèche. Le gypse, qui constitue un amas considérable, bute par faille (faille de Fontfroide) contre des marnes noires, grises, avec plaquettes de calcaire et des calcaires marneux renfermant les fossiles du lias supérieur et moyen (*Belemnites tripartitus*, *Lima* sp., *Terebratula punctata*, etc.). Au col même, ophite verdâtre très-puissante.

En descendant du col :

Marnes et cargneules,

Calcaires dolomitiques jaunâtres en petites couches et calcaire cendreux un peu spathique,

Marnes irisées,

Gypse gris zoné très-puissant,

Ophite verdâtre se liant insensiblement à des marnes irisées,

Marnes violâtres très-foncées,

Ophite,

Cargneules jaunâtres,

Ophite, sorte de variolite,

Cargneules,

Dolomie cendreuse en couches puissantes contenant des veinules brillantes spathiques,

Ophite concrétionnée, sorte d'amygdaloïde, à l'entrée de Villesègue.

De Villesègue, en suivant le chemin qui conduit à la Berre et à Durban, les cou-

ches, au lieu d'être verticales ou sub-verticales, sont moins inclinées, s'ondulent, et permettent de voir des roches ophitiques et gypseuses *intercalées* au milieu des cargneules jaunâtres, sur lesquelles et au-dessous desquelles elles tranchent par leur couleur verdâtre foncée, rubigineuse, et par leur forme conique. Il y a surtout dans cette région des dépôts gypseux d'une épaisseur considérable, qui conservent les caractères de ceux signalés à la montée de Gléon, et qui rappellent les puissants dépôts permien de l'Allemagne.

La coupe que nous avons donnée de Fraisse-des-Corbières à Feuilla (1) est de nature à édifier sur le grand développement en surface de l'étage qui nous occupe.

Cette coupe montre qu'entre les localités citées, près de Saint-Jean-de-Barrou, le zechstein s'appuie directement en concordance sur le terrain de transition (on se rappelle que nous avons vu qu'à Durban le zechstein repose sur le terrain houiller); elle montre surtout que les argiles verdâtres, les gypses et les ophites existent en *couches*, au milieu des cargneules et des calcaires dolomitiques du zechstein dont elles suivent les ondulations, surtout entre Fraisse-des-Corbières et la Bergerie de Belbèze. Cette coupe est, on peut dire, une coupe *classique* qui permet d'étudier les vrais rapports de l'ophite, et de s'assurer que cette roche est contemporaine des terrains au milieu desquels elle est conservée.

Le permien presque essentiellement cargneuliforme, gypseux et ophitique que nous venons d'étudier, se montre en bien des points des Corbières; il est presque partout dépourvu de fossiles déterminables; il constitue surtout une bande qui s'étend du plateau aride de Grand-Leval (S. O. de la Nouvelle) à Salces au N. de Rivesaltes (pl. II, fig. 6, 7 et 8), bande composée de couches calcaires magnésiennes et argileuses avec gypse et quartz bipyramidé (gypse de Fitou) qui étaient placées dans la craie inférieure; il se développe aussi entre Gléon et Tuchan, en formant une bande parallèle à la précédente, rangée autrefois dans le lias. On retrouve le permien à l'ouest de la montagne de Tauch et dans les environs de Montgaillard (pl. II, fig. 9); il constitue une autre bande très-disloquée à la base du chaînon crétacé inférieur et oolithique de Saint-Antoine-de-Galamus (pl. I, fig. 1). Peut-être les gypses que l'on voit entre Couiza et Camarade (pl. I, fig. 2) et à l'est de Belesta (Ariège) appartiennent-ils à ce terrain.

Nous n'avons pas observé le terrain permien en dehors du département de l'Aude, de quelques portions orientales de l'Ariège et des environs de la Rhune (Basses-Pyrénées); dans cette dernière région, il offre un faciès éminemment détritique; mais nous sommes loin de dire qu'il n'existe pas ailleurs. Il serait à désirer qu'un géologue pût étudier avec soin les grès rouges des vallées de Baigorri, du Bastan, de Laurhibar, etc., dans les Basses-Pyrénées. La plupart de ces grès appartiennent, nous en sommes certain, comme ceux de Camous et de Lez, au

(1) *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2<sup>e</sup> sér., t. XXIX, p. 329.

*vieux grès rouge* des Anglais ; mais il se pourrait qu'il existât du permien au-dessus d'eux et en *discordance*. C'est une question importante qui reste à résoudre.

*Le terrain triasique et ses ophites* (*t*<sup>1</sup>, *t*<sup>2</sup>, *t*<sup>3</sup>, *o*<sup>8</sup> de nos coupes).

Le terrain triasique était presque inconnu dans nos montagnes pyrénéennes, avant notre découverte de la zone à *Avicula contorta* dans les Corbières, et la publication d'une coupe classique de cette formation dans les Petites Pyrénées de l'Ariège, sur les bords du Salat (1). En effet, de Charpentier et Dufrenoy ont rangé dans le trias les vieux grès rouges de transition des Basses-Pyrénées, des Hautes-Pyrénées et de la Haute-Garonne ; M. Leymerie considère encore comme triasiques les vieux grès rouges de Lez et de Cierp dans la vallée de la Garonne, ainsi que ceux de Camous dans la vallée d'Aure, que nous avons vus appartenir au terrain dévonien (*ante p. 40 et suiv.*) ; d'Archiac et M. Noguès placent dans le lias les couches permienues et triasiques des Corbières ; M. Virlet d'Aoust croyait que les ophites réellement triasiques de la bande Saint-Gironnaise étaient sur le même horizon que celles de Sost et de Ferrère, qui appartiennent au terrain dévonien ou au carbonifère ; M. Garrigou partageait la même opinion ; enfin M. Mussy confondait dans le groupe du trias des terrains d'âge différent : 1° les vieux grès rouges dévoniens de la vallée de Castillon ; 2° les conglomérats rutilants de ce même étage au bord de Castelnaud-de-Durban ; 3° les marnes irisées réellement triasiques du Saint-Gironnais.

Pour faire cesser tous les doutes, pour édifier les géologues sur ce terrain, que nous avons dit être composé dans les Pyrénées, comme partout, de trois étages (grès bigarré, Muschelkalk et Keuper), nous allons entrer dans quelques détails.

Tout d'abord le trias repose normalement et en *concordance* sur le terrain permien ; mais quand celui-ci n'existe pas, on voit les grès triasiques recouvrir en *discordance* les couches de transition ou primordiales, fait très-important : car nous avons vu que le vieux grès rouge des Anglais, classé par erreur dans le trias, repose *toujours* en *concordance* sur les calschistes du dévonien inférieur.

L'étage inférieur, c'est-à-dire le grès bigarré (*t*<sup>1</sup> de nos coupes), est composé de grès blancs, siliceux, çà et là poudingiformes, de grès bigarrés, de grès rougeâtres à petits grains, siliceux et feldspathiques, d'argiles rouges ferrugineuses, psammitiques, schisteuses, souvent en dalles alternant avec des grès siliceux.

La puissance de cet étage est très-variable ; en certains lieux il dépasse 100 et même 200<sup>m</sup> (chaînon près de Saint-Chinian, ancien ermitage de la Vernède — Corbières ; Petites Pyrénées de l'Ariège). Nous n'y avons pas vu de fossiles.

L'étage moyen, le Muschelkalk (*t*<sup>2</sup> de nos coupes), est composé de calcaires variés,

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXV. Note de la page 714, et coupe p. 712.

bleus, plus ou moins veinés, jaunâtres avec nodules siliceux, de calcaires gris compactes, et de dolomies fendillées et à petits trous, ou de cargneules jaunâtres. Ce terrain, comme le précédent, varie d'épaisseur ; il atteint au moins 100 mètres dans le chaînon de Cébazan et dans les Corbières (fig. K, p. 54), autant sur les bords du Salat (pl. 1, fig. 6) ; mais entre ces points, où nous avons reconnu nettement l'étage en question, il ne dépasse pas souvent 4 à 5 mètres. Les fossiles y sont rares. Nous y avons cependant recueilli quelques traces d'encrines, et, dans les Corbières notamment, des gastéropodes et autres corps organisés encore indéterminés.

L'étage supérieur, le Keuper (*t*<sup>3</sup> de nos coupes), est formé dans les Corbières : 1° par des grès ressemblant à ceux du grès bigarré proprement dit ; 2° par des dolomies sillonnées de fentes capillaires et à petits trous, des calcaires variés, des cargneules ressemblant à celles du Muschelkalk ; 3° par des marnes irisées avec amas gypseux et quelquefois ophitiques. Dans les Pyrénées proprement dites, cet étage est surtout constitué par des marnes irisées, renfermant des quartz bi-pyramidés (Hya-cinthe de Compostelle), du gypse cristallin et fibreux et du sel gemme, marnes qui renferment à la partie inférieure de puissantes couches d'ophite, et qui alternent à la partie supérieure avec de petits bancs de calcaires dolomitiques jaunâtres.

L'épaisseur de cet étage est considérable, entre 400 et 600 mètres. Les fossiles y sont très-rares, s'il y en a.

Une particularité lithologique du groupe triasique, particularité que nous avons déjà signalée à propos du permien, c'est la variabilité de puissance des calcaires, des cargneules et des dolomies : là où le grès bigarré est très-développé, les couches du Muschelkalk s'atrophient ; là où les marnes irisées et les ophites du Keuper sont très-puissantes, les calcaires plus ou moins magnésiens de ce dernier étage diminuent considérablement d'épaisseur. On voit que dans le trias, comme dans le permien, les calcaires constituent d'immenses lentilles très-aplaties, souvent reliées les unes aux autres, et que, dans les Pyrénées et dans les Corbières, comme sur les bords du plateau central de la France, et vraisemblablement comme partout, ces terrains accusent une double origine (1) : une origine détritique par les grès, les conglomérats et les argiles, une origine hydro-thermale par les calcaires, les dolomies, les gypses et les ophites.

C'est dans le Keuper proprement dit (*t*<sup>3</sup>) que se montrent les roches ophitiques. Ces roches se rapportent à la variété dite diorite ; elles sont tenaces, verdâtres, cristallines, d'un brun rougeâtre à l'extérieur, souvent décomposées, et se transforment alors en blocs arrondis, globuleux, et en terres jaunâtres ocreuses et magnésiennes. Les ophites de cet étage sont souvent fissurées : on observe quelquefois dans les fentes certains minéraux, tels que le calcaire spathique et la stilbite, et dans les

(1) Etude des formations secondaires des bords S. O. du plateau central de la France, etc. (*Bull. de la Soc. d'Hist. nat. de Toulouse*, t. III, p. 75 ; 1869.

fissures plus importantes des filons, qui atteignent en divers lieux plus d'un mètre d'épaisseur, et renferment du fer oxydé magnétique, souvent un peu pyriteux (env. de Rimont, Mercenac sur le Salat).

La partie supérieure du Keuper renferme en outre des couches d'ophite décomposée, qui alternent avec de petits bancs de calcaires dolomitiques jaunâtres et des marnes plus ou moins irisées. Ces ophites décomposées emballent de nombreux cailloux roulés, empruntés aux formations primordiales et de transition (granites, schistes, calchistes, calcaires siluriens et dévoniens, vieux grès rouge, etc.), ainsi qu'on peut l'observer dans les Petites Pyrénées de l'Ariège, à Vic, Ségallas, Castelnau-de-Durban, Lespy, Taurignan-le-Vieux, et dans les Basses-Pyrénées à la base nord de la Petite Rhune (1).

Dans les Corbières, notamment à Ornaisons (fig. N, page 63), le gypse keupérien renferme des blocs d'ophite verdâtre.

C'est dans les Petites Pyrénées de l'Ariège, entre Paletès sur les bords du Salat et Saint-Martin de Caralp à l'O. de Foix, que se développent le mieux les roches ophitiques du Keuper ( $\sigma^8$ ,  $\tau^3$ ). Elles constituent dans cette région un énorme banc de 3 à 400 mètres de largeur, quelquefois divisé par des marnes irisées, banc que l'on peut suivre sans *aucune interruption* sur 35 à 40 kilomètres de longueur dans la direction E.-O.

Pour démontrer d'une manière nette et précise la place qu'occupe ce banc dans le groupe triasique et sa continuité, nous avons coordonné plusieurs coupes des Petites Pyrénées de l'Ariège sous un seul et même axe, dirigé comme ces montagnes Est-Ouest (pl. iv, fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7). De cette façon on peut voir que l'ophite ( $\sigma^8$ ) repose sur le Muschelkalk là où celui-ci existe, et qu'elle est toujours recouverte par les marnes irisées, avec petits bancs de calcaire dolomitique subordonnés, que surmonte *partout* l'Infralias, c'est-à-dire les calcaires en petites couches à *Avicula contorta* et à petits gastéropodes du niveau de l'*Ammonites planorbis*.

Ces mêmes coupes démontrent encore la variabilité de puissance du Muschelkalk ( $\tau^3$ ) et font voir en outre que la plupart des grès rouges et des poudingues que l'on croyait appartenir au grès bigarré dans cette région (2), dépendent en réalité du terrain dévonien, niveau du vieux grès rouge des Anglais ( $\tau^3$ ).

Pour donner un nouvel exemple de la composition du groupe triasique dans le Saint-Gironnais, et montrer combien le Muschelkalk est réduit en certains points, nous allons donner le détail des couches observées entre Crabé et Sarrat du Cos à quelques kilomètres à l'est du Salat, où a été prise notre première coupe insérée dans le *Bulletin*.

(1) Voir, à propos de cette dernière localité, le Mémoire de M. Garrigou sur l'ophite. (*Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXV, p. 724).

(2) Jules François, Carte géologique de l'Ariège. — Mussy, coupes.

Coupe L. — COUPE ENTRE CRABÉ ET SARRAT DU COS, (Pl. IV, fig. 5), échelle  $\frac{1}{80000}$ .

On trouve de haut en bas : des calcaires compacts et siliceux à *Pentacrinus scalaris* ; des calcaires esquilleux à *Lima*, et des calcaires noduleux, schisteux à *Pecten æquivalvis*, *Lima*, *Belemnites* ; les cargneules grises jaunâtres de la base du lias inférieur ; des calcaires argileux, rougeâtres, jaunâtres, en plaquettes, et des calcaires, en petites couches avec cargneules subordonnées, de l'infralias à *Ammonites planorbis* ?, petits gastéropodes, etc. ; *Avicula contorta*, *Plicatula intustiata* ;

$t^3$	}	Marnes irisées, avec petits bancs subordonnés de calcaire jaunâtre, dolomitique, argileux.
300m ?		Ophite verdâtre cristalline, se divisant en parallélépipèdes. Ophite globuleuse se décomposant à la surface.
$t^2$	}	Calcaire compacte noirâtre veiné avec <i>Encrines</i> , de quelques mètres d'épaisseur, près de Maillet.
3 à 4m		
$t^1$	}	Grès rouges siliceux et argiles de même couleur.
100m		
$t^3$	}	Schistes verticaux et très-plissés, verdâtres, satinés, et quartzites avec filons de quartz du terrain dévonien, séparés du terrain secondaire par la faille F <sup>4</sup> de Castel-nau-de-Durban.

Le trias du Saint-Gironnais et du pays de Foix, interrompu par des brisures gigantesques, ne se retrouve d'une manière certaine qu'à la Rhune dans les Basses-Pyrénées, où il est formé par des poudingues, des grès blancs et rouges et des argiles renfermant des ophites en décomposition, à cailloux roulés. Il se pourrait qu'il existât en quelques points des vallées de Baigorry et du Bastan, au-dessus du *vieux grès rouge* dévonien. Dans tous les cas, le trias réapparaît par faille et par plissements à la base des montagnes au N. de la chaîne de Saint-Antoine-de-Galamus, dans le massif du Bugarach, près de Couiza (Aude), de Belesta et de Lavelanet, au N. de Leychert, au N. du moulin de Champ-Bataillé, à las Bordes au N. de Taurignan-le-Vieux, entre Mercenac et Bonrepaux sur le Salat, à Capes, à Saint-Alby, à Carrère, à Clermont et à la Grausse, à Gaussapaing, à Sarrades, à Camarade (Ariège), à Salies du Salat et dans dans la vallée du Lenz? (Haute-Garonne), où il se trouve souvent recouvert en partie et en *discordance* par les terrains de notre 3<sup>e</sup> série, c'est-à-dire par les couches de la craie moyenne. Plus loin, dans les Basses-Pyrénées, il se montre çà et là au-dessous des roches de cette formation ou de l'époque tertiaire, à Salies-en-Béarn, à Caresse, à Villefranque près de Bayonne, et dans les Landes près du confluent de l'Adour et du Gave de Pau, à Dax, à Saint-Pandelon, au Pouy d'Arzet, à Bastennes? à Gaujacq (1)?

La formation triasique recouvre d'assez vastes surfaces dans les Corbières, et dans le chaînon qui réunit ces régions à la Montagne-Noire, notamment dans les environs de Fontjoncouse, de Montseret, de Villerouge-la-Cremade et de Laval à l'O. de Boutenac, de Jonquières au S. O. de Narbonne, de Quarante, de Villespassans,

(1) Les gisements de Bastennes et de Gaujacq pourraient appartenir au terrain carbonifère.

Cébazan, Saint-Chinian et Cazédarnes, de Thezanel au N. de Cazouls-les-Béziers. On la remarque aussi au dessus du zechstein des Hautes-Corbières, dont il est quelquefois difficile de la séparer, à N.-D. de Faste près de Ségure, au N. de Durban et près de Feuilla.

Pour bien établir l'importance de cette formation, qui avant nos observations était confondue dans le lias, nous allons donner le détail des couches qui se rapportent au trias dans la coupe fig. 6 de la pl. II prise dans les Basses-Corbières; puis nous montrerons qu'à Ornaisons, dans les Corbières, l'ophite s'observe comme dans les Pyrénées au milieu des marnes du Keuper, c'est-à-dire au-dessous de l'infralias fossilifère.

*Coupe M. — COUPE ENTRE FERRALS ET LA ROQUE-SESTIÈRE (MASSIF DE VILLEROUGE-LA-CREMADE), ET ENTRE LA MÉTAIRIE NEUVE ET LE BOIS DE LA PINÈDE (MASSIF DE L'ANCIEN ERMITAGE DE LA VERNÈDE); (pl. II, fig. 6), échelle  $\frac{1}{80000}$ .*

*e<sup>2</sup>*, Eocène d'eau douce. — Grès et poudingues très-puissants, à éléments presque exclusivement calcaires, se désagréant très-facilement; le ciment en est rougeâtre.

*F<sup>0</sup>*, Faille de la Nielle.

Après cette faille apparaissent les terrains secondaires, sur lesquels reposent en discordance sur quelques points les grès jaunes noduleux à nummulites, des marnes cendreuse et des grès et poudingues à gros éléments, bord probable de l'ancien rivage tertiaire (*e<sup>1</sup>* et *e<sup>2</sup>*).

Voici le détail de la série secondaire de bas en haut :

*t<sup>2</sup>* — Muschelkalk. — (1)

Dolomies jaunâtres, sillonnées de petites fentes, calcaire dolomitique rosâtre, et calcaire gris fendillé, esquilleux.

Marnes irisées, 20 à 30 mètres.

Calcaire gréseux ou grès arkose en petits bancs, cargneules.

Calcaire ondulé en petits bancs, semblable au calc. du Muschelkalk de l'Aveyron et du Tarn.

Calcaire gris esquilleux, fossilifère, avec traces de Gastéropodes de petite taille.

Cargneules et calcaires en plaquettes (2) avec traces de fossiles indét.

Puissantes dolomies jaunâtres un peu sableuses, sillonnées de fentes et à petits trous, plus résistantes que les autres couches et formant corniche.

Calcaires dolomitiques fétides, rosâtres, grisâtres, en petites couches renfermant des rognons siliceux.

Calcaire dolomitique à sillons et à petits trous.

Calcaires esquilleux, gris rosâtres, calcaire rubané dolomitique.

Calcaire bréchoïde.

Calcaire gris esquilleux, veiné de blanc, avec traces de fossiles indéterminés, Pecten, Téré-

(1) Le grès bigarré n'apparaît pas ici, mais il se montre plus au N., à l'O. de la métairie de la Martine, où il est formé de grès siliceux.

(2) Ces couches rappellent de tous points celles de l'Infralias. Ici donc comme en Provence (voir Dieulaufait, *Mémoire sur l'Infralias et le Muschelkalk dans le Sud et le Sud-Est de la Provence*), il y a deux horizons de calcaires en plaquettes fossilifères, qui pourraient être confondus si ce n'étaient les fossiles.

bratules, Encrines. (Cette série calcaire et dolomitique, sur laquelle est assise la métairie de la Garrigue-Haute, a 200 ou 300 mètres d'épaisseur).

J <sup>3</sup> a	<p>— Keuper. — Grès psammitiques jaunâtres. Argiles vineuses et colorées. Grès rougeâtres, jaunâtres, brunâtres, bigarrés, friables et solides, éminement siliceux et feldspathiques. Argiles vineuses, ferrifères. Grès rouges fins psammitiques et grès semblables au précédents.</p>	<p>} 180m ou 200m</p>
J <sup>3</sup> b	<p>— Calcaire gris esquilleux fétide en gros bancs et en bancs de 0<sup>m</sup>10<sup>c</sup>. Calcaire en gros bancs bien réglés de 0<sup>m</sup>50 à 1<sup>m</sup>. Calcaire en petites couches et en plaquettes, alternant avec des bancs plus épais. Puissantes couches de calcaires dolomitiques à sillons et à petits trous, semblables à ceux du Muschelkalk.</p>	<p>} 80m</p>
J <sup>3</sup> c	<p>— Marnes irisées gypseuses, avec petits bancs de calcaire dolomitique jaunâtre, constituant la combe de Barry-Longue.</p>	<p>} 20m</p>
J <sup>4</sup>	<p>— Infralias. — Grès arkose rosâtre en petites couches. Calcaire en plaquettes. Calcaire compacte fossilifère gris foncé. Dolomie en petits bancs. Calcaire compacte. Calcaire en petites couches avec Bryozoaires ? Calcaire compacte gris foncé et comme esquilleux. Calcaire argileux en petites couches de 0<sup>m</sup>03<sup>c</sup> à 0<sup>m</sup>04<sup>c</sup>. Calcaire compacte en gros bancs.</p>	<p>} 25m</p>

Ces couches renferment les fossiles de la zone à *Avicula contorta*. Outre ce fossile, on y trouve *Plicatula industriata*, *Pecten* sp., *Ostrea* sp., Encrine ronde ind., petits gastéropodes ind., Bryozoaires ? etc.

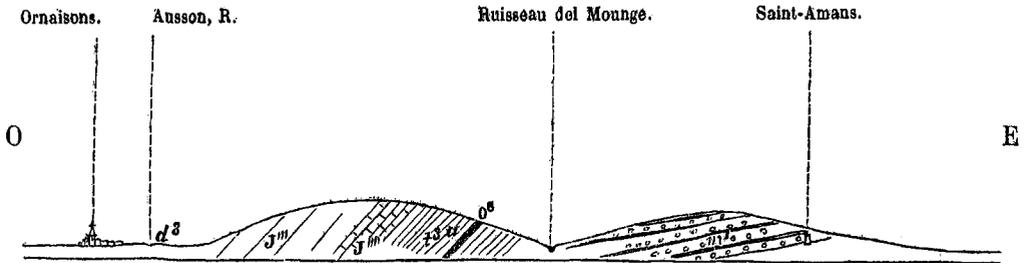
J <sup>4</sup>	<p>— Lias inférieur. — Dolomies grises et rosâtres, dolomies à sillons et à trous, calcaire gris, et dolomies ressemblant de tous points à celles du Muschelkalk et du Keuper, que surmontent des calcaires compactes siliceux à <i>Pentacrinites scalaris</i>, <i>Pecten</i>...</p>	<p>} 40m</p>
----------------	--	------------------

J<sub>1</sub> — Grès rouges et blanchâtres, très-ferrugineux, solides, du lias moyen, mais sans fossiles. Quoique ces grès ressemblent beaucoup à ceux du Keuper, leur âge ne peut pas laisser le moindre doute; ils reposent en *concordance* sur le lias inférieur à *Pentacrinites scalaris*. Ce sont eux qui forment le sommet de la Roque-Sestière; ils paraissent être recouverts en *discordance* en allant vers le ruisseau de Fount-Santo par les grès jaunâtres zonés *friables*, siliceux et les grès gris et schisteux à empreintes végétales à *Ostrea* et *Rhynchonella* du cénomanién. (La détermination exacte de ces grès qui se ressemblent plus ou moins en certains points, et qui avaient été tous confondus, était une des difficultés les plus sérieuses de la géologie de cette partie des Corbières).

Comme nous l'avons dit, le terrain triasique se développe assez grandement dans

le chaînon réunissant les Corbières à la Montagne-Noire. Il a absolument les mêmes caractères que ceux que nous avons reconnus dans les massifs de Villerouge-la-Cremade et de l'ancien ermitage de la Vernède ; on en peut juger par la coupe entre le Puech Montahut et Cruzy que nous avons donnée ailleurs (1).

Voici un autre profil qui montre que l'ophite existe dans le keuper des Basses-Corbières.



Coupe N. — COUPE ENTRE ORNAÏSONS ET SAINT-AMANS ; échelle  $\frac{1}{10000}$ .

$o^8$ , marnes irisées rougeâtres et verdâtres, avec puissants amas gypseux exploités, du keuper supérieur. Le gypse renferme des rognons d'ophite verdâtre ( $o^8$ ) qui se sont déposés en même temps ;  $J_{\dots}$ , calcaires de l'infralias en petites couches et en plaquettes, et calcaires gris veinés de blanc avec de nombreuses *Avicula contorta*, *Pecten*, *Ostrea* et les petits gastéropodes de la zone à *Ammonites planorbis* ;  $J_{\dots}$ , cargneules et calcaires divers du lias inférieur ;  $m^1$ , grès et poudingues à éléments calcaires peu roulés, çà et là pisolithiques, alternant avec des marnes vineuses et jaunâtres, représentant les bords du rivage de l'ancien lac miocène ;  $d^3$ , diluvium.

Le terrain jurassique et ses ophites ( $J_{\dots}$ ,  $J_{\dots}$ ,  $J_{\dots}$ ,  $J_{\dots}$ ,  $J^1$ ,  $J^2$ ,  $J^3$ ,  $o^9$  de nos coupes).

Le terrain jurassique de nos montagnes a été longtemps fort mal connu ; Dufrénoy confondait à la fois, sous la dénomination de terrain jurassique, le terrain carbonifère, le trias, le jurassique proprement dit, et bien souvent, notamment dans l'Ariège et dans la Haute-Garonne, la craie inférieure et la craie moyenne (2). M. Leymerie adoptait cette manière de voir ; il était même arrivé à y comprendre le calcaire à dicérates, — que Dufrénoy avait placé dans certaines régions, et avec juste raison, dans la craie, — ainsi que les brèches cénomaniennes à fossiles jurassiques remaniés de Miramont, ce qui amenait le savant professeur à colorier en bleu les couches comprises entre Saint-Béat et Saint-Gaudens (3) ; M. Viquesnel (4) et après

(1) *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2<sup>e</sup> sér., t. XXIX, p. 322.

(2) *Mém. pour servir à une description géologique de la France*, t. II, p. 499, pl. ix, fig. 4 ; 1834. — Dufrénoy et Élie de Beaumont, *Carte géologique de la France* ; 1844.

(3) Voir les travaux de M. Leymerie et notamment : *Esquisse géognostique des Pyrénées et de la Haute-Garonne*, Préambule, p. 44 ; Toulouse, 1858 ; — *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XIX, p. 1134 ; t. XX, p. 245 ; 1863. — *Éléments de minéralogie et de géologie*, p. 594 ; Toulouse, 1866.

(4) D'Archiac, *Hist. des progrès de la géologie*, t. VI, p. 538 ; 1856.

lui M. Frossard (1) suivaient, à peu de chose près, la classification de Dufrénoy et de M. Leymerie; d'Archiac (2) et M. Noguès (3), dans les Corbières, plaçaient dans le lias les couches permienes et triasiques, et ce dernier observateur rangeait dans le groupe oolithique inférieur? (bajocien et bathonien) les calcaires compactes à nérinées et les dolomies qui en réalité appartiennent aux trois étages de l'oolithe; M. Garrigou (4) confondait, comme ses prédécesseurs, dans le jurassique, les étages aptien et albien de la craie inférieure; M. Hébert (5) y comprenait les brèches de Miramont, qui en réalité appartiennent à la base de la craie moyenne, et certaines couches de la craie inférieure, notamment les assises à nérinées de Bize-Nistos; enfin M. Mussy (6) allait beaucoup plus loin: il désignait sous le nom de lias supérieur les argiles rouges pisolithiques des failles de la cluse de Foix, et les calcaires et les schistes graphitiques du terrain carbonifère; sous la rubrique de marnes supraliasiques, les couches aptiennes et albiennes, et admettait (p. 55) que « tous les » étages jurassiques supérieurs aux marnes supraliasiques manquent dans les Pyrénées, où l'on passe directement du lias au calcaire à dicérates, qui, selon toute » probabilité, paraîtrait représenter les parties supérieures de l'étage crétacé du nord » de la France. »

La découverte de la zone à *Avicula contorta* dans les Corbières, et nos coupes des Petites Pyrénées de l'Ariège (7) vinrent démontrer que les terrains de nos montagnes rentraient dans la loi commune, que notamment le jurassique était constitué comme partout, que le lias avait ses quatre étages (8), que l'oolithe était très-puissante, et que la craie inférieure jouait un rôle de premier ordre dans les localités réputées jusqu'alors jurassiques, c'est-à-dire dans les régions colorées en bleu sur la Carte géologique de la France.

Depuis lors, notre manière de voir a été corroborée par M. Leymerie lui-même,

(1) *Bull. Soc. Ramond*, t. II, p. 69; 1867.

(2) *Mém. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. VI, p. 420; 1859.

(3) *Dépôts jurassiques du Languedoc Pyrénéo-Méditerranéen, comparés à ceux du Rhône et de Paris*; Lyon; 1862. Un extrait de ce mémoire a été publié dans le *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XIX, p. 504; 1862; — *Bull. Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> série, t. XX, p. 42; 1862. — *Idem*, t. XXIII, p. 604; 1866.

(4) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXII, p. 496-512 (marnes supraliasiques, n<sup>o</sup> 6 des fig. de la pl. v); 1865. — *Idem*, t. XXIII, p. 425; 1866.

(5) *Bull. Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> série, t. XXIV, p. 344; 1867.

(6) *Bull. Soc. de l'Industrie minière*, t. X, II<sup>e</sup> et III<sup>e</sup> livraisons; Saint-Etienne. Tirage à part, 24 décembre 1864; — Notices sur les collections, cartes et dessins relatifs au service du Corps impérial des mines, réunis par les soins du Ministre du commerce et des travaux publics; Paris, 1867; p. 39.

(7) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXV, p. 709; 1868.

(8) M. l'abbé Pouech avait signalé avant nous, dans les Pyrénées de l'Ariège, l'existence de la zone à *Avicula contorta*, mais sans donner la moindre coupe graphique du terrain liasique (*Bull. Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> série, t. XXII, p. 462; 1865).

qui, après un récent voyage d'exploration dans la Haute-Garonne, a déclaré ceci :

« Je suis revenu de ce voyage avec des idées complètement inverses de celles » que j'ai indiquées précédemment; j'avais considéré comme jurassique toute la » série qui s'étend au nord du lias, y compris le calcaire à dicérates; maintenant je » crois que cette série est tout entière crétacée (1). »

Mais M. Leymerie considère encore comme du *lias métamorphique* les calcaires marmoréens de Saint-Béat, des bords de l'Aude et de Sarrancolin, qui appartiennent, nous l'avons vu, au terrain carbonifère (h). M. Mussy partage la même erreur pour les calcaires de Vicdessos, d'Aulus et de Seix.

Les détails donnés ci-dessus sur le terrain de calcaire carbonifère, ajoutés à ceux que nous allons fournir sur la composition du terrain jurassique, lèveront, nous l'espérons, les doutes qui pourraient encore exister dans l'esprit de quelques géologues sur l'autonomie de chacune de ces formations.

Le terrain jurassique des Pyrénées françaises et des Corbières repose en *concordance* sur les couches triasiques; ses caractères lithologiques et paléontologiques sont *partout* les mêmes, qu'on l'étudie dans les Corbières ou dans l'Ariège, dans la Haute-Garonne ou dans les Hautes et Basses-Pyrénées. Le lias semble toutefois jusqu'ici contenir de plus nombreux fossiles dans la partie orientale de la chaîne et notamment dans les Corbières. Quoi qu'il en soit, le terrain jurassique est toujours facile à reconnaître; il n'est *jamais* métamorphique, comme on l'a dit souvent; ce qui va suivre mettra ce fait important en évidence.

Les géologues divisent le terrain jurassique en deux groupes: le groupe du lias et le groupe de l'oolithe. Nous allons les décrire succinctement l'un après l'autre, en commençant par le plus ancien.

#### *Infralias* (J... de nos coupes).

Cet étage est caractérisé, comme sur les bords du plateau central et comme en Provence, par des calcaires dolomitiques ou compactes en petites couches, par des calcaires en plaquettes à petits gastéropodes, par des marnes rougeâtres et verdâtres plus ou moins développées, et par des cargneules souvent subordonnées. C'est cet horizon que nous avons signalé le premier dans les Corbières, et qui nous a conduit à faire rentrer dans le trias et dans le permien les grès rouges et les dolomies réputées jusqu'alors liasiques. Nous avons retrouvé cet étage, avec les mêmes caractères lithologiques et paléontologiques, dans les Pyrénées de l'Ariège, notamment le long d'une bande triasique et jurassique dirigée E.-O. entre Foix et Saint-Girons (voyez surtout les coupes de la pl. iv et les coupes fig. 2 et 6 de la pl. II).

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXVI, p. 284; septembre 1868.

Voici jusqu'à présent les fossiles que nous avons recueillis ou que M. Pouech a signalés dans cet étage, dont l'épaisseur varie entre 30 et 50 mètres environ.

Débris de poissons ( <i>Saurichthys Mougeoti</i> , <i>Le- pidotus</i> , sp., <i>Gyrolepis tenuistriatus</i> , <i>Pycnodus Hugii</i> , <i>P. Bucklandi</i> .)	<i>Tæniodon</i> .
Dents palatines de poissons.	<i>Cardium rhæticum</i> , Mer.
Valves de Cypridées.	<i>Cardium</i> ind.
<i>Ammonites</i> ind.	<i>Leda Deffneri</i> , Oppel.
Petits gastéropodes de la zone à <i>Ammonites pla- norbis</i> ( <i>Actæonina</i> , <i>Eulima</i> , <i>Turritella?</i> <i>Am- pullaria</i> , etc.)	<i>Nucula</i> ind.
<i>Myacites</i> ind.	<i>Mytilus minutus</i> , Goldf.
<i>Anatina præcursor</i> , Quenstedt.	<i>Avicula contorta</i> , Portl.
Petites bivalves rappelant certaines formes de	<i>Lima</i> ind.
	<i>Pecten</i> ind.
	<i>Plicatula intusstriata</i> , Emm.
	<i>Ostrea</i> ind.

*Lias inférieur* (J<sub>11</sub> de nos coupes).

Le lias inférieur présente dans nos montagnes la même composition que sur les bords S.-O. du plateau central de la France (1). Il est formé, en allant de bas en haut : de puissantes cargneules ou de calcaires dolomitiques plus ou moins fétides, en bancs bien réglés, criblés de petits trous, sillonnés de fentes capillaires remplies par du calcaire spathique, de calcaires dolomitiques rubanés, de calcaires gris esquilleux, de calcaires oolithiques variés et compactes à *Pentacrinites scalaris*, de calcaires en plaquettes et de calcaires gris ou bleuâtres, plus ou moins argileux, fossilifères.

Dans les Pyrénées proprement dites, les cargneules de la base passent en divers points à une sorte de brèche à grands éléments, à stratification confuse très-irrégulière; en d'autres points, les calcaires dolomitiques alternent avec des marnes un peu colorées.

L'épaisseur du lias inférieur ainsi constitué varie entre 200 et 300 mètres.

La base de cet étage, qui est dépourvue de corps organisés, représente pour nous les couches à *Gryphæa arcuata* du nord de la France. La partie moyenne renferme en certains lieux une lumachelle et quelques gastéropodes et polypiers indéterminables; la partie supérieure contient des fossiles caractéristiques que l'on peut recueillir *partout*, quelquefois en assez grande abondance. Nous citerons (1) :

<i>Serpula</i> ind. et <i>Serpula socialis</i> , d'après M. Fros- sard.	* <i>Belemnites acutus</i> , Miller. — <i>elongatus?</i> Miller.

(1) Étude des formations secondaires des bords S.-O. du plateau central de la France (*Bull. de la Soc. d'Hist. nat. de Toulouse*, t. III, p. 5; 1869; p. 26, 65 et suiv.

(1) Les fossiles marqués d'un astérisque n'ont été rencontrés jusqu'ici que dans les Corbières.

- Belemnites niger*, Lister.  
 — *sulcatus*? Miller.  
 — indéterm.
- Nautilus* indéterm.
- Ammonites planicosta*, Sow.  
 — *Davæi*, Sow.  
 \* — *Bechei*, Sow.  
 — *Jamesoni*, Sow. (et *Regnardi*, d'Orb.).  
 — indéterm.
- Gastéropodes ind. (v. du *Turbo undulatus*? Bean).  
*Gresslya* sp.  
*Panopæa* sp.  
 \* *Pholadomya ambigua*, Sow.  
*Unicardium cardioides*, d'Orb. (*Corbula cardioides*, Phillips.)  
*Pinna lanceolata*? Sow.  
 \* *Mytilus* indéterm.
- Lima (Plagiostoma) gigantea*, Sow.  
 — *Eudora*, d'Orb.
- Pecten priscus*? Schl.  
 — *pumilus*, Lam. (*P. paradoxus*, Münster, *P. personatus*, Goldf.).  
 — *æquivalvis*, Sow.  
 — *disciformis*, Schübl.  
 — *acuticosta*, Sow.
- Ostrea (Gryphæa) cymbium*, Lam. de grande taille.
- Ostrea (Gryphæa) obliqua*? Goldf.  
 — *spottella* ou *ocreata*, Deslong.  
 — ind.
- Terebratulæ punctata*, Sow.  
 — *subpunctata*, Davids.  
 — *subnumismalis*? Davids.  
 — *subovoides*, Römer.  
 — *cornuta*, Sow.  
 — *lampas*? Sow.  
 — *Edwardsii*, d'Orb.  
 — *indentata*, Sow.  
 — indéterm., grandes et petites.
- Spiriferina rostrata*, Schl., sp.  
 — *pinguis*, Zieten, sp.  
 — *Hartmanni*, Zieten, sp.
- Rhynchonella rimosa*, de Buch., sp.  
 — *tetraedra*, Sow., sp.  
 — *variabilis*, Schl., sp.  
 — indéterm., de petite espèce.
- Pentamerinus scalaris*, Goldf.  
 — *basaltiformis*, Miller.  
 — indéterm.
- Montlivaultia*, voisine du *M. Sinemuriensis*.  
 Débris de Polypiers ind.  
*Fucoides* ind.

*Lias moyen* (J., de nos coupes).

Cet étage, ici comme sur les bords du plateau central de la France (1), ne peut pas se séparer d'une manière nette de la partie supérieure du lias inférieur, auquel il passe insensiblement. Il est composé de calcaires variés, quelquefois dolomitiques, de calcaires compactes, de calcaires gris-bleuâtres veinés de blanc, de calcaires noduleux, de calcaires oolithiques ferrugineux, de calcaires lumachelles, de calcaires plus ou moins argileux, en petits bancs très-réguliers, et de schistes terreux ou sub-ardoisiers, noirâtres, souvent jaunâtres par décomposition, contenant en certains lieux de petits bancs de calcaire subordonné (2).

Les couches calcaireuses de la base du lias moyen sont ordinairement riches en corps organisés, surtout dans les Corbières, dans les Pyrénées de l'Aude et dans les Petites Pyrénées de l'Ariège, tandis que les schistes de la partie supérieure sont presque toujours très-pauvres en fossiles.

(1) H. Magnan, *loc. cit.*, p. 28, 62 et suiv.

(2) Quelquefois les schistes sont remplacés par des couches de grès siliceux (la Roque-Sestière, Corbières).

L'épaisseur de cet étage varie entre 150 et 200 mètres.

Plusieurs fossiles de la *partie supérieure* du lias inférieur se retrouvent dans le lias moyen, ce qui ajoute à la difficulté de séparer d'une manière nette les deux étages; on en jugera par la liste suivante qui indique les fossiles que nous avons recueillis ou qui ont été signalés par divers observateurs (1).

<i>Belemnites niger</i> , Lister.	<i>personatus</i> , Goldf.).
* — <i>uniusulcatus</i> , Blainv.	— <i>disciformis</i> , Sow.
* — <i>elongatus</i> , Miller.	— <i>cingulatus</i> , Goldf.
— indét.	— <i>acuticosta</i> , Lam.
<i>Nautilus</i> se rapportant au <i>N. inornatus</i> , d'Orb.	— indét.
— indét.	<i>Ostrea (Gryphæa) cymbium</i> , Lam.
* <i>Ammonites margaritatus</i> , Montf.	— <i>Macullochii</i> , Sow.
— <i>Davœi</i> , Sow.	— indéterm.
* — <i>fimbriatus</i> , Sow.	* <i>Terebratula numismalis</i> , Lam.
* — <i>Bechei</i> , Sow.	— <i>indentata</i> , Sow.
— <i>concavus</i> , Sow.	— <i>punctata</i> , Sow.
* — <i>communis</i> , Sow.	— <i>tetraedra</i> , Sow.
— <i>Jamesoni</i> , Sow. ( <i>A. Regnardi</i> , d'Orb.).	— <i>subpunctata</i> , Davids.
— indét. et v. de l' <i>A. Duncani</i> , Sow.	— <i>subovoides</i> , Rœm.
Gastéropodes indét.	— <i>variabilis</i> , Schl.
<i>Panopæa</i> ind.	— <i>lampas</i> ? Sow.
<i>Pholadomya Voltzii</i> , Agass.	— <i>Mariæ</i> ? d'Orb.
— ind. et v. de <i>P. decussata</i> , Agass.	— <i>cornuta</i> , Sow.
<i>Pleuromya</i> , sp.	<i>Rhynchonella nerina</i> ? d'Orb.
<i>Ceromya</i> , ind.	— <i>fidia</i> , d'Orb.
<i>Astarte</i> , ind.	— <i>Boscensis</i> , Reynès.
<i>Cardium</i> , ind.	— <i>liasica</i> , Reynès.
<i>Arca inæquivalvis</i> , Goldf. ( <i>A. subliasina</i> , d'Orb.).	— <i>tetraedra</i> , Sow.
<i>Mytilus</i> , sp.	— <i>acuta</i> , Sow.
<i>Lima (Plagiostoma) gigantea</i> , Sow.	— <i>variabilis</i> , Schl.
— ind.	— <i>tetraedra</i> , Sow.
* <i>Plicatula spinosa</i> , Sow. ( <i>Placuna pectinoides</i> , Lam.).	— <i>rimosa</i> , de Buch.
— , plus. esp. ind.	<i>Cidaris Moreanus</i> , Cotteau.
<i>Pecten æquivalvis</i> , Sow.	<i>Pentacrinus scalaris</i> , Goldf.
— <i>pumilus</i> , Lam. ( <i>P. paradoxus</i> , Münster., <i>P.</i>	— <i>basaltiformis</i> , Miller.
	— indét.

### *Lias supérieur* (J. de nos coupes).

Le lias supérieur est composé de schistes noirâtres devenant jaunâtres par altération; ces schistes sont souvent ardoisiers, et souvent aussi un peu psammitiques; ils passent peu à peu aux schistes et aux calschistes du lias moyen, avec lesquels il

(1) Les corps organisés fossiles marqués d'un astérisque n'ont été recueillis jusqu'à présent que dans les Corbières.

est souvent facile de les confondre, les deux étages supérieurs du lias n'étant pas nettement séparés dans les Pyrénées ni dans les Corbières par les bancs calcaires à *Avicula inaequalis*, *Ammonites margaritatus* et nombreux brachiopodes, qui divisent si heureusement, sur les bords S.-O. du plateau central de la France, les marnes du liasien et du toarcien (1).

Quoi qu'il en soit, le lias supérieur des Pyrénées et des Corbières ressemble, lithologiquement et paléontologiquement, à celui du reste de la France; mais il est beaucoup moins fossilifère dans les Pyrénées centrales et occidentales que dans les Pyrénées de l'Aude, dans les Corbières et à la base orientale de la Montagne Noire.

La puissance de cet étage est difficile à évaluer d'une manière exacte; elle varie entre quelques mètres et 60 à 80 mètres.

Voici les corps organisés qui ont été signalés ou que nous avons recueillis dans le lias supérieur des Pyrénées et des Corbières (2).

- \* Vertèbres d'*Ichthyosaurus*.  
*Belemnites unisulcatus*, Blainv.  
 \* — *pacillosus*, Schl.  
 — *tripartitus*, Schl.  
 \* *Belemnites trisulcatus*? Schl.  
 — indét.  
 \* *Nautilus* indét.  
*Ammonites bifrons*, Brug.  
 — *complanatus*, Brug.  
 \* — *comensis*, de Buch.  
 \* — *primordialis*, Brug.  
 \* — *annulatus*, Sow.  
 — *variabilis*, d'Orb.  
 — *mucronatus*, d'Orb.  
 — *Raquinianus*, d'Orb.  
 — *subarmatus*, Sow.  
 — *communis*, Sow.  
 \* — *insignis*, Schübl.  
 \* — *cornucopiæ*, Young.  
 \* — *radians*, Schl. ou *Aalensis*, Zieten.  
 \* — *Calypso*, d'Orb.  
 — indét. et voisine de l'*A. hecticus*, Ziet.  
 et autre voisine de l'*A. punctatus*, Stahl.  
*Neritopsis*, voisine du *N. Philea*, d'Orb.  
*Turbo subduplicatus*, d'Orb.  
 \* — *capitaneus*, Münster.  
*Pleurotomaria* indét.
- Purpurina Patrocles*, d'Orb. (*Cerithium Patrocles*, d'Arch.).  
*Cerithium armatum*, Goldf.  
 \* — *costellatum*, Münster. (*C. pseudo-costellatum*, d'Orb.).  
*Fusus* indét.  
*Amphidesma rotundatum*, Phill.  
*Astarte corbarica*, d'Orb.  
 — *burgomontana*, d'Orb.  
 \* — *Voltzi*, Rœm.  
 — indét.  
 \* *Lucina* indét.  
*Trigonia litterata*, Goldf.  
 — *striata*, Sow.  
*Leda rostralis*, Lam.  
 \* — *ovum*, Sow.  
*Nucula Hausmanni*, Rœm.  
 — *ovalis*, Ziet.  
 — indét.  
*Arca cucullata*, Münster.  
*Plicatula Neptuni*, d'Orb.  
*Mytilus scalprum*, Sow.  
 \* *Lima pectinoides*, Sow.  
*Ostrea* ind.  
 — (*Gryphæa*) *Macullochii*, Sow.  
 \* *Terebratulæ Moorei*, Davids.  
 — *punctata*? Sow.  
 — *subpunctata*, Davids.

(1) H. Magnan, *loc. cit.*, p. 30 et 62.

(2) Dans cette liste, comme dans les précédentes, les fossiles marqués d'un astérisque n'ont été trouvés jusqu'ici que dans les Corbières proprement dites.

*Terebratula* ind.

*Rhynchonella rimosa*, de Buch.

— *tetraedra*, Sow.

— ind.

*Cidaris Moreanus?* Cotteau.

*Pentacrinus pentagonalis*, Goldf.

— *basaltiformis*, Miller.

— *scalaris*, Goldf.

*Thecocyathus mactra*, Miln. Edw. et J. Haime.

Débris de végétaux ind.

Le groupe du lias, pris dans son ensemble, a ordinairement une épaisseur de 5 à 600 mètres; il est facilement reconnaissable, grâce aux corps organisés qu'il contient toujours, en plus ou moins grande abondance, et grâce aussi à la teinte jaunâtre très-prononcée qu'il prend à l'air, par suite de la décomposition des calcaires et des schistes qui le constituent. Il est très-bien représenté, surtout dans les Corbières proprement dites, dans les Pyrénées de l'Aude et dans les petites Pyrénées de l'Ariège, entre Foix et Saint-Girons, où il forme une bande souvent dédoublée qui réapparaît en certains points par des plis en *S* (pl. I, fig. 4, 5, 6, 7 et 10; pl. II, fig. 1, 2, 5, 6, 7 et 8; pl. IV, fig. 1, 4, 5, 6 et 7). Dans la Haute-Garonne, il se développe aux environs d'Arbas, d'Aspet, de Girosp et de Saint-Pédardet (pl. I, fig. 7 et 8); dans les Hautes-Pyrénées, il constitue une bande qui traverse les vallées de la Barousse et de la Neste-d'Aure (pl. I, fig. 9). On le retrouve près de Bagnères-de-Bigorre (pl. I, fig. 11); il apparaît aussi dans les Basses-Pyrénées, où d'Orbigny a signalé depuis longtemps, dans la vallée d'Aspe, le *Spiriferina Hartmanni*.

#### *Oolithe inférieure* (J<sup>1</sup> de nos coupes).

Cet étage se compose de calcschistes fossilifères noirâtres plus ou moins noduleux en certains lieux, de calcaires ordinairement dolomitiques, et fétides sous le choc du marteau, souvent noirâtres et bleuâtres, veinés de blanc (marbre grand antique); ailleurs, de calcaires gris ou un peu rougeâtres ou rosâtres; ailleurs encore, cet étage renferme des dolomies bréchoïdes grises ou des dolomies noires, grises, rosâtres et fétides, affectant des formes étranges.

C'est surtout à la base de l'oolithe inférieure, par conséquent dans le bajocien de d'Orbigny, que l'on trouve quelques fossiles caractéristiques; ils sont ici beaucoup moins abondants que sur les bords S.-O. du plateau central de la France (1); mais ils n'en indiquent pas moins, quand le lias supérieur est peu fossilifère, un précieux horizon par l'abondance à ce niveau en bien des points de la *Gryphæa sublobata* et de la *Rhynchonella cynocephala*.

Voici les corps organisés que nous avons récoltés dans l'oolithe inférieure, ou qui y ont été signalés par d'autres observateurs :

(1) H. Magnan. *loc. cit.* v. 33 et 38.

<i>Belemnites sulcatus</i> , Miller.	<i>Terebratula</i> ind. ( <i>subpunctata</i> , Davids, ou <i>pli-</i> <i>data</i> ? Buckm.)
— indét.	— ind.
<i>Ammonites radians</i> , Schl.	— <i>Jauberti</i> , É. Deslongchamps.
— ind.	<i>Rhynchonella Fidia</i> , d'Orb.
<i>Nautilus clausus</i> , d'Orb.	— <i>cynobcephala</i> , Rich. et ses variétés ( <i>R.</i> <i>epiliasina</i> , Leym., <i>R. Ruthenensis</i> , Reyn.).
<i>Nerinea</i> ind.	— <i>tetraedra</i> , Sow.
<i>Pleuromya</i> ind.	— <i>variabilis</i> , Schl.
<i>Pholadomya Murchisoni</i> , Sow.	<i>Pentacrinus scalaris</i> , Goldf.
<i>Ceromya</i> ind.	— indét.
<i>Trigonia striata</i> , Sow.	Traces de végétaux parmi lesquels nous avons cru reconnaître dans les Basses-Corbières, et d'une manière certaine dans l'oolithe in- férieure de la base orientale de la Mon- tagne Noire, à l'O. de Cazouls-les-Bé- ziers, le <i>Chondrites scoparius</i> .
<i>Mytilus</i> ind., voisin du <i>M. scalprum</i> , Sow.	
<i>Lima</i> ind. ( <i>Lima proboscidea</i> ? Sow.).	
<i>Pecten</i> ind.	
<i>Ostrea sublobata</i> , Desh. ( <i>O. Phedra</i> , d'Orb.).	
— à côtes, ind.	
<i>Terebratula perovalis</i> , Sow.	
— <i>punctata</i> , Sow.	

### Oolithe moyenne (J<sup>2</sup> de nos coupes).

L'oolithe moyenne est dans les Pyrénées et dans les Corbières essentiellement dolomitique. En effet, cet étage ne se compose que de dolomies noires, grises, brillantes, répandant sous le choc du marteau et même sous les pieds une odeur nauséabonde très-fétide, de dolomies bréchoïdes à petits éléments aussi très-fétides. Ces roches, comme quelques-unes de celles appartenant à l'oolithe inférieure, affectent des formes bizarres (ruines, figures grotesques, etc.); nous n'y avons rencontré jusqu'à présent que de très-rares fossiles peu déterminables, notamment des nérinées de petite taille.

### Oolithe supérieure (J<sup>3</sup> de nos coupes).

Cet étage est constitué par des schistes de couleur sombre, sub-ardoisiers qui varient beaucoup d'épaisseur; par des calcaires plus ou moins dolomitiques, aciéreux, fétides; par des dolomies, par des calcaires variés, souvent très-compacts et sub-lithographiques, souvent aussi plus ou moins schisteux.

Certaines couches renferment quelques fossiles, ordinairement trop engagés dans dans la roche pour pouvoir être déterminés sûrement (gastéropodes, nérinées, polyptères, *Diceras*?? *Panopæa*, *Ostrea* de petite taille, *Lyonsia*? *Modiola*?) D'autres contiennent en certains lieux privilégiés (vallée du Ger) l'*Ostrea virgula*, d'Orb.

(*Exogyra virgula*, Goldf.) du kimmeridgien (1); d'autres enfin laissent voir le *Cidaris nobilis* du corallien (2).

La partie supérieure de ce terrain est pour nous l'équivalent de l'étage *tithonique* des Allemands.

Par les détails qui précèdent, on voit que le groupe oolithique dans les Pyrénées et les Corbières est encore moins fossilifère que sur les bords du plateau central de la France (3); cela tient évidemment à ce que l'élément magnésien est beaucoup plus abondant ici que là. Quoi qu'il en soit, les caractères de ce groupe sont très-nets, surtout les caractères lithologiques, et peuvent permettre de le reconnaître partout.

La puissance du groupe oolithique varie : dans les Pyrénées de l'Ariège, il ne semble pas dépasser 4 à 500 mètres, tandis que dans les Hautes-Pyrénées il atteint au moins 1000 mètres. On peut suivre ce terrain d'un bout de la chaîne à l'autre presque sans interruption; il constitue, comme le lias, une bande qui est souvent dédoublée et est tellement liée au terrain néocomien, qu'il est souvent difficile de dire où l'un finit et où l'autre commence.

Le terrain jurassique, dont l'épaisseur totale varie entre 1000 et 1500 mètres, ne contient des roches ophitiques qu'à sa partie inférieure et peut-être à sa partie la plus supérieure.

C'est dans l'infralias ou dans le lias inférieur, là où existent des rudiments de marnes verdâtres, que se montrent d'une manière certaine les ophites. Ces roches ressemblent à des grûnstains, c'est-à-dire qu'elles sont à éléments fins et verdâtres; elles alternent et sont quelquefois empâtées dans des sortes de brèches de la base du lias, notamment dans les Petites-Pyrénées de l'Ariège (Vic et Lespy, au N. de Castelnau-de-Durban). En d'autres lieux, elles alternent franchement en bancs de 3 à 4<sup>m</sup> d'épaisseur avec des dolomies sillonnées de veines capillaires, des calcaires rubanés et des cargneules du lias inférieur (S.-E. de la maison Melon, vis-à-vis Rebouc, dans la vallée de la Neste-d'Aure — pl. 1, fig. 9). Il nous a semblé autrefois que l'ophite jouait un certain rôle dans le lias inférieur des Corbières (environs de Fontjoncouse). Il se pourrait peut-être aussi que les ophites de la base du Mouné de Bagnères-de-Bigorre appartenissent à ce groupe; mais nous croyons plutôt, comme l'indique la fig. 10, pl. 1, qu'elles dépendent du terrain carbonifère. La végétation empêche de distinguer là les vrais rapports des couches.

Quoi qu'il en soit, on voit d'une manière très-nette en bien des points, notamment dans les Petites-Pyrénées de l'Ariège et dans la vallée de la Neste, que certaines ophites appartiennent au terrain liasique. Contemporaines de cette formation,

(1) Cette espèce a été signalée pour la première fois dans les Pyrénées par M. Hébert (*Bull. Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> série, t. XXIV, p. 348; 1867).

(2) Ce fossile a été recueilli par M. Leymerie.

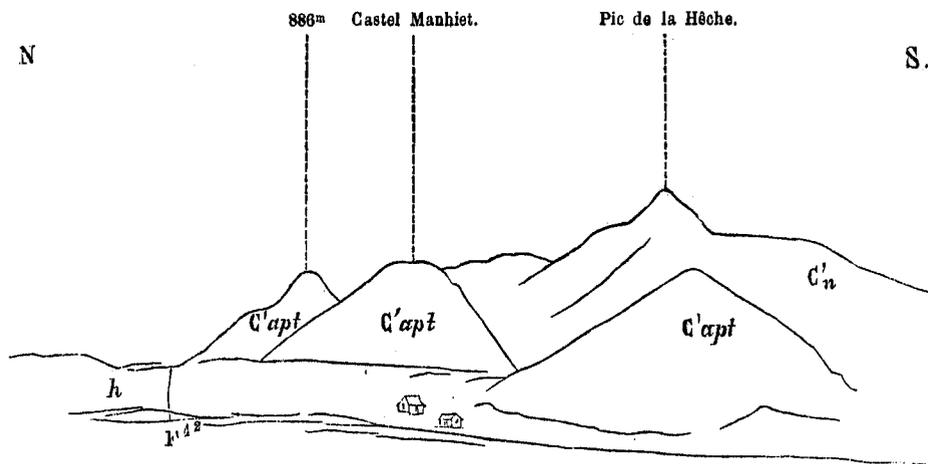
(3) H. Magnan, *loc. cit.*, p. 57 et suivantes.

elles sont *en contact* — fait intéressant à constater — avec les cargneules de la base, continuation, lithologiquement parlant, des couches triasiques et permienes.

Nous avons dit que peut-être les ophites se montraient dans la partie supérieure du terrain jurassique ; il serait possible que les roches vertes en couches dans les schistes et les calcaires de la base orientale de Mont-Bédât, de Bagnères, dussent être placées à la partie supérieure du groupe oolithique ; mais nous avons cru devoir, jusqu'à preuve contraire, les ranger dans notre coupe de la pl. 1, fig. 10, parmi les couches néocomiennes inférieures.

*Le terrain crétacé inférieur ou la craie inférieure et ses ophites (C<sup>1</sup> n, C<sup>1</sup> apt, C<sup>1</sup> alb<sup>1</sup>, C<sup>1</sup> alb<sup>2</sup>, C<sup>1</sup> alb<sup>3</sup>, O<sup>10</sup> de nos coupes).*

Le terrain crétacé inférieur se développe d'une façon grandiose dans nos montagnes ; il est sans contredit plus complet que partout ailleurs ; l'étage albien surtout a une puissance énorme. Nous l'avons décrit en détail dans un précédent mémoire auquel nous ne pouvons que renvoyer ici (1). Nous ajouterons seulement un profil qui complète ceux que nous avons donnés dans ce travail, et qui montre les formes pyramidales d'un relief élevé et heurté qu'affectent parfois les couches du crétacé inférieur.



*Coupe O. — VUE DES MONTAGNES PYRAMIDALES DE CASTEL-MANHJET ET DE NABAL ET DU PIC DE LA HÊCHE, prise de l'auberge de Dupré à Arthez-d'Asson.*

C<sup>1</sup> alb, schistes ardoisiers et ophites de l'albien ? ; C<sup>1</sup> n, calcaires du néocomien ? ; C<sup>1</sup> apt, calcaires et calschistes de l'urgo-aptien ; F<sup>4</sup> ? faille de Castelnaud-de-Durban ? (marquée par erreur F<sup>42</sup> sur le bois ci-dessus.)

(1) Voir *Mém. Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> série, t. IX, Mém. 3.

En d'autres points, les calcaires supérieurs se présentent en nappes peu inclinées ou presque horizontales, formant dans ce cas des abrupts au-dessus des couches schisteuses de la base, comme dans certaines parties des Corbières et dans le massif de la Clape (coupes, pl. II, fig. 4 et 5). Ailleurs encore, associées aux couches néocomiennes et oolithiques, ces couches, plus ou moins plissées, constituent les magnifiques plateaux, élevés de 700 ou 800 mètres au-dessus des basses montagnes, sur lesquels sont assises les belles forêts de Fanges, près de Quillan, de Picoulet, de Quirhaut, de Callonges, du Trabanet, de Picaussel, de Puivert, de Coumefroide, de Carbone et de Belesta, plateaux qui nous rappellent presque de tous points ceux si boisés de Vercors et du Royans, dans le Dauphiné.

Le terrain crétacé inférieur, comme l'indique l'*Essai de la Carte géologique des Pyrénées et des Corbières* et les coupes des pl. I et II, occupe une vaste surface dans nos montagnes; il forme plusieurs bandes.

La plus méridionale recouvre les régions de Bouan, d'Ussat, de Tarascon-sur-Ariège, de Bèdeillac, de Saurat, dans le bassin de l'Ariège; de Massat et de Biert, dans le bassin du Salat.

En avant de cette bande, et séparée d'elle par les massifs primordiaux et de transition du Pic de Tabes et du mont Saint-Barthélemy, de Méréus, du Pic de Berne et du Pech d'Arbeil, on remarque une deuxième bande, beaucoup plus étendue que la première, puisqu'on peut la suivre des bords de la Méditerranée jusque dans le massif des Arbailles, non loin de l'Océan, par Cases-de-Pène, Estagel, les chaînes de Saint-Antoine-de-Galamus et de Lesquerde, les montagnes qui entourent Axat et Quillan, le vaste plateau de Coudon et de Bélesta, les crêtes de Fougax et de Roquefixade, les Pech de Saint-Sauveur et de Foix, les hauteurs de Lescure et des environs de Saint-Lizier, au N. de Saint-Girons, les montagnes mamelonnées et coniques de Francazal, de Saint-Bertrand-de-Comminges, les sommets de Pouricade et d'Arneille près d'Hêches, le massif de Lhéris et de Bulan, le mont du Bédât, de Bagnères-de-Bigorre, le pic de Jer près de Lourdes, les montagnes entre Lourdes et Callobet au sud d'Arthez-d'Asson, celles des environs de Bielle, de Sarrance, de Tardets et des Arbailles, dans les Basses-Pyrénées. La largeur moyenne de cette bande est de 4 à 5 kilomètres; elle dépasse 10 kilomètres sous le méridien de Quillan, et atteint à peine quelques centaines de mètres dans la cluse de Foix.

Une troisième bande très-morcelée, ou mieux une série de lambeaux discontinus, existe en avant de la deuxième bande dont nous venons de parler. Les terrains qui constituent ces lambeaux sont souvent renversés, dans tous les cas toujours très-disloqués, faillés de mille manières, ainsi qu'il est facile de le voir sur la carte géologique et sur les coupes de la pl. I qui accompagnent ce travail. Nous signalerons surtout les régions de Durban, de Crabé au N. de Taurignan-le-Vieux, de Montspan, de Miramont près de Saint-Gaudens, d'Aspret, de Cier-de-Rivière, de Gour-

dan près de Montréjeau, de Tuzaguet, de Capvern près de Lannemezan, de Rebecq au S. de Pau, d'Orthez et de Vinport, dans les Landes.

Dans les Corbières, la formation qui nous occupe recouvre de vastes étendues entre Estagel, Vingrau et Portel ; elle constitue une partie du Pech de Bugarach, la montagne du Tauch près de Tuchan, celle des Sources salées de Sougraigne, et le massif si connu de la Clape près de Narbonne.

Le terrain crétacé inférieur est on ne peut plus complet dans les Pyrénées et dans les Corbières. En effet, quoique le point de jonction du crétacé et du jurassique dans ces montagnes soit aussi difficile à préciser que dans les Alpes et dans la Bavière, il n'en est pas moins vrai que le néocomien proprement dit des Pyrénées et des Corbières correspond point par point aux *calcaires néocomiens inférieurs* du Mont-du-Chat près de Chambéry, du Crossey, et des environs de l'Échaillon dans le Dauphiné (1), qui sont, croyons-nous, sur le même horizon que les marnes néocomiennes inférieures à *Belemnites latus* et à *Ammonites semi-sulcatus* des environs de Grenoble, puisque l'aptien ou urgo-aptien se trouve sur le même niveau que les calcaires du Fontanil, que les calcaires roux à *Ostrea macroptera* du Dauphiné, que les marnes et calcaires à *Toxaster complanatus*, que la pierre jaune de Neuchâtel, que les calcaires à Ancylocères et à Criocères (Barremien), que les couches à Orbitolines (Rhodanien), que les argiles ostréennes de Wassy et que les argiles à Plicatules ; enfin que l'albien, au lieu d'avoir, comme partout où il a été étudié jusqu'à présent, 20 ou 40 mètres d'épaisseur, atteint, dans les Pyrénées et dans les Corbières, une puissance de 15 à 1800 mètres ! Aussi avons-nous dû le diviser dans notre précédent mémoire en trois sous-étages.

« On le voit, nulle part la craie n'est aussi bien développée que dans les Pyrénées ; sa puissance atteint 3000 mètres qui se décomposent ainsi : craie inférieure, 1500 mètres, craie moyenne, 1000 mètres, craie supérieure, 500 mètres. Son étendue en surface est considérable : on suit cette formation de la Méditerranée à l'Océan, la craie inférieure constituant généralement, le long du versant Nord, les montagnes de deuxième et troisième ordre, la craie moyenne et supérieure formant les basses montagnes (2). »

C'est avec le terrain crétacé inférieur que finissent dans les Pyrénées et dans les Corbières les Ophites. Nous n'avons jamais observé de roches éruptives appartenant à des terrains plus récents que la craie inférieure. Si elles apparaissent dans la plaine ou à la base des montagnes, au milieu des formations tertiaire et quaternaire, c'est par suite de failles ou de plissements, de la même façon, nous ne saurions assez

(1) Voir Ch. Lory, *Description géologique du Dauphiné*, terrain néocomien, p. 292. On sait que les calcaires du néocomien renferment à leur base, dans les Alpes du Dauphiné, les *Caprotina Lonsdalii* et *ammonia*, p. 293.

(2) Comptes-rendus, 1866, p. 1866, p. 1273. *Note sur la craie du versant nord de la chaîne pyrénéenne.*

le répéter, qu'apparaissent les îlots de transition du Pouy de Montpayroux près de Dax, les lambeaux crétacés inférieurs de Vinport et d'Orthez, etc.

Ne devant nous occuper dans ce travail que des formations qui renferment l'ophite, nous ne décrirons pas les terrains supérieurs à la craie albienne.

---

## DEUXIÈME PARTIE.

### REMARQUES SUR LA FORMATION DES MONTAGNES PYRÉNÉENNES ET CORBIÉRIENNES, ET NOTAMMENT SUR L'IMPORTANCE DES FAILLES ET DES ÉROSIONS.

Peu de pays sont aussi bien favorisés que le Midi de la France au point de vue géologique. Nous ne connaissons pas de région où les terrains soient aussi variés et aussi bien développés que les Pyrénées et les Corbières, où les accidents soient plus grandioses. D'un autre côté, il n'y a pas de pays qui offre comme les Pyrénées une chaîne linéaire, régulière, de plusieurs centaines de kilomètres de longueur, où il devient facile au géologue de saisir d'un coup d'œil l'ordonnance et l'arrangement des couches, de comprendre comment se sont formées ces rives immenses, ces bandes échelonnées de nature diverse qui constituent nos montagnes. Les Alpes, si belles et si grandioses, ont des lignes complexes, des contreforts immenses qui viennent considérablement entraver les recherches géologiques ; elles sont loin d'avoir cette régularité que nous reconnaissons, que nous admirons même dans les Pyrénées. Aussi sommes-nous certain que les Pyrénées deviendront avant peu les régions classiques pour l'étude de la formation des montagnes, et sommes-nous persuadé, à cause de cela, que le travail, quelque incomplet qu'il soit, que nous présentons aujourd'hui mérite l'attention des géologues.

#### I. *Directions des Pyrénées et des Corbières.*

Les Pyrénées continentales et océaniques constituent une immense chaîne de 840 kilomètres de longueur, qui s'étend du cap de Creus en Catalogne, au cap Toriñao en Galice. Cette chaîne, qui est dirigée en moyenne O. 7° N., s'infléchit quelquefois à droite et à gauche. Sa ligne de faite est jalonnée par des montagnes de

premier ordre, parmi lesquelles nous citerons : dans les Pyrénées-Orientales, le pic de Costabonna (2464<sup>m</sup>), le Signal de Casqueille (2852<sup>m</sup>), les montagnes d'Oo (3114<sup>m</sup>), le pic d'Aspe (2707<sup>m</sup>), le mont Ahady (1460<sup>m</sup>); dans les Pyrénées Asturiques et Cantabriques, la Sierra de Andra, la Sierra Albas (2144<sup>m</sup>), la Peña de Peñuranda (3362<sup>m</sup>), la Sierra de Peñamerella (2885<sup>m</sup>).

C'est tout à côté, à quelques kilomètres au sud de la ligne de faite, que se trouvent les géants des Pyrénées : le pic de Néthou (3414<sup>m</sup>) dans le massif de la Maladetta, et le Mont-Perdu (3352<sup>m</sup>) près du Cirque de Gavarnie.

Les Pyrénées continentales proprement dites, celles qui nous occupent le plus, celles qui séparent la France de l'Espagne, ont environ 400 kilomètres de longueur sur 110 à 140 kilomètres de largeur. Au point de vue orographique, la ligne de faite est divisée en deux parties qui ont des directions presque parallèles : O. 14° N. et O. 18° N., mais qui ne sont pas le prolongement l'une de l'autre, puisqu'elles sont reliées entre elles par un coude presque rectangulaire de 25 kilomètres de longueur, qui sépare la vallée où naît la Garonne de celle des Noguera, affluents de l'Èbre.

Au point de vue géologique, ces deux lignes purement orographiques se subordonnent à une autre ligne : l'axe géologique central des Pyrénées continentales, qui est dirigé O. 7° N. ; il est jalonné, en allant de l'Est à l'Ouest, par le roc de France (1432<sup>m</sup>), le mont Falgas (1610<sup>m</sup>), le pic de Costabonna (2464<sup>m</sup>), le signal de Campcardos (2914<sup>m</sup>), le pic de Médacourbe (2849<sup>m</sup>), le cirque de Sabourédo et le pic de Montarto, au fond de la vallée d'Aran, où naissent les vraies sources de la Garonne (plus de 3000<sup>m</sup>), la Maladetta (3414<sup>m</sup>), les montagnes d'Oo (3114<sup>m</sup>), le pic de Batchimale (2980<sup>m</sup>), le Mont-Perdu (3352<sup>m</sup>), les montagnes du cirque de Gavarnie (3018<sup>m</sup>), les glaciers de Vignemale (3246<sup>m</sup>), le pic d'Aspe (2707<sup>m</sup>) et le massif de Ayecho au nord de Lumbier. Plus à l'Ouest, on rencontrerait la Sierra de Andra, d'où partent les Pyrénées Asturiques.

Au nord de cet axe géologique, et en majeure partie sur le versant Nord, apparaissent plusieurs chaînes plus ou moins parallèles entre elles, interrompues seulement par les rivières et les ruisseaux qui descendent du faite.

La première de ces chaînes est jalonnée par les montagnes des Albères (1000<sup>m</sup>), le massif du Canigou (2785<sup>m</sup>), le pic de la Pélade (2371<sup>m</sup>), le Roc-Noir (2453<sup>m</sup>), le Roi d'Aude (2377<sup>m</sup>), le pic Lanoux (2857<sup>m</sup>), le pic du Siguer (2903<sup>m</sup>), le Montcalm (3080<sup>m</sup>), le Mont-Rouch de France (2865<sup>m</sup>), le pic de Mauberme ou de Mountouliou (2880<sup>m</sup>), les Pales de Burat (2150<sup>m</sup>), le Mont Mouné de Luchon (2147<sup>m</sup>), le massif de l'Arbizon (2831<sup>m</sup>), de Néouvielle (3092<sup>m</sup>) et du pic du midi de Bagnères (2877<sup>m</sup>), le Soum de Mouné de Cauterets (2724<sup>m</sup>), le Mont du Ger des Eaux-Bonnes (2290<sup>m</sup>), le pic d'Anie (2504<sup>m</sup>), le pic d'Orhy (2017<sup>m</sup>), le Mont Orion, le Mont Aralar.

La deuxième chaîne, qui constitue ordinairement des montagnes de 2<sup>e</sup> ordre, est indiquée par les gigantesques murailles qui forment les chaînes de Saint-Antoine de

Galamus et de Lesquerde (943 et 755<sup>m</sup>), le massif de la Forêt des Fanges au sud de Quillan (1052<sup>m</sup>), les plateaux de Belcaire et de Bélesta (892 et 1288<sup>m</sup>), le massif de Tabes ou du Mont Saint-Barthélemy (2349<sup>m</sup>), le Mont-Fourcat (2004<sup>m</sup>), le Pricou de Berne (1716<sup>m</sup>), le Pech d'Arbiel (1243<sup>m</sup>), le Cap de Tucorédone au sud de Saint-Girons (1243<sup>m</sup>), le Tuc de Ganous (1413<sup>m</sup>), le pic de Paloumère (1610<sup>m</sup>), le massif de Cagire (1899<sup>m</sup>), celui du Gars (1786<sup>m</sup>), le pic de Mousacon (1353<sup>m</sup>), le pic d'Ameille (1272<sup>m</sup>), la Penne de Lhéris (1593<sup>m</sup>), le Mouné de Bagnères-de-Bigorre (1258<sup>m</sup>), le pic de l'Estibette (1851<sup>m</sup>), le pic Mail-Massibé (1978<sup>m</sup>), le pic du Napayt (1202<sup>m</sup>), le pic des Vautours (1078<sup>m</sup>), le pic d'Arradoy (661<sup>m</sup>), le pic Mondarrain (750<sup>m</sup>), la montagne de la Rhune (900<sup>m</sup>).

La troisième chaîne forme les montagnes de 3<sup>e</sup> ordre ou les basses montagnes qui avoisinent la plaine, et dont l'altitude varie entre 300 et 700 mètres. Nous citerons les hauteurs des environs de Couiza, la petite chaîne plus ou moins complexe, plus ou moins bombée, qui va de Puivert (Aude) à Saint-Marcet (Haute-Garonne), par Illat, le Mas d'Azil, Ausseing et Saint-Martory, et les petites montagnes plus ou moins mamelonnées, ou plutôt les hauteurs de Montgaillard (Hautes-Pyrénées), de Clarac, d'Oloron, de Mauléon, de Salies de Béarn et de la Bastide Clarence (Basses-Pyrénées).

Voilà pour les Pyrénées; quant aux Corbières, elles viennent s'embrancher presque à angle droit sur ces montagnes dans les départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales. La direction moyenne des Corbières est N. 34° E.; c'est dire que ce massif appartient au *système du Mont-Seny*, système qui joue en France un rôle de premier ordre.

Les Corbières proprement dites, qui ont à peu près 50 kilomètres de longueur sur autant environ de largeur, se poursuivent au N.-N.-E., à partir du Mont-Alaric, par un petit chaînon très-curieux de 35 kilomètres, que la rivière d'Aude franchit à Argens, chaînon qui appartient aussi au *système du Mont-Seny*, lequel, ainsi que nous l'avons dit, réunit les Corbières à la Montagne-Noire (Cévennes) par les coeaux au nord de Lézignan, la serre d'Oupia, le massif de Bize et de Cébazan.

Le point culminant des Corbières est le pech de Bugarach (1231<sup>m</sup>). Plusieurs montagnes sont comprises entre 879 et 600<sup>m</sup> (le Tauch, massif de Mouthoumet, Milobre de Massac, le sommet de Perillos, le Mont-Alaric); beaucoup d'autres ne dépassent pas une altitude de 2 à 400<sup>m</sup> (Saint-Victor, Roc de Fontfroide, chaînon d'Alaric à la Montagne-Noire).

## II. Failles et accidents divers.

mettent en contact de la manière la plus curieuse, la plus imprévue, des terrains d'âges bien différents, c'est-à-dire des terrains séparés autrefois par des milliers de mètres de couches intermédiaires.

Nous allons énumérer les principales failles que nous avons observées dans nos montagnes, et que nous avons pu suivre sans interruption sur de très-grandes longueurs.

Elles ont d'abord été indiquées par des traits foncés sur la planche III; puis, les coupes de la planche I étant à peu près parallèles entre elles et perpendiculaires à la direction moyenne des Pyrénées, ces coupes ont été coordonnées à un seul et même axe dirigé comme ces montagnes O. 7° N., E. 7° S. De même, les coupes des Corbières (pl. II, fig. 1 à 9), ont été coordonnées suivant un axe dirigé comme ce massif, N. 34° E., S. 34° O. De cette manière, il devient facile de suivre ces failles, et de s'assurer qu'elles constituent des accidents linéaires d'une importance capitale, d'une grandeur qui étonne l'imagination.

Voici les failles que nous avons reconnues dans les Pyrénées. Nous conservons ici les noms que nous avons déjà imposés à certaines d'entre elles dans d'autres travaux :

Faille du Lenz	F <sup>1</sup> des coupes.
Faille de Camarade	F <sup>2</sup> —
Faille de l'Arize	F <sup>3</sup> —
Faille de Castelnau-de-Durban	F <sup>4</sup> —
Faille de Seix	F <sup>5</sup> —
Faille de Lès	F <sup>6</sup> —
Faille de la Maladetta	

Ces failles se poursuivent très-loin; elles sont, quand on les envisage en grand, presque parallèles entre elles; pourtant quelques-unes se rapprochent beaucoup en quelques points, de façon à se confondre, notamment dans la cluse de Foix (vallée de l'Ariège, pl. I, fig. 4). Leur direction varie entre E.-O. et O. 15 à 20° N. On peut dire que la moyenne de la direction des grandes failles pyrénéennes est O. 7° N., orientation qui, nous l'avons vu, est celle de la chaîne qui nous occupe.

Les failles du Lenz (F<sup>1</sup>) et de Camarade (F<sup>2</sup>) enserrant une bande nummulitique, garumnienne et crétacée supérieure *sub-verticale* ou *renversée*, qui constitue un des accidents les plus curieux des Pyrénées, accident que l'on peut suivre (1), sur près de 400 kilomètres de longueur, de la Méditerranée à l'Océan, ou mieux des environs sud de Tuchan (Aude) à Saint-Jean-de-Luz (Basses-Pyrénées), par la base de Pierre-Pagès, au sud de Soulatge (pl. I, fig. 1), la Vialasse au N.-O. de Bugarach, le signal de Saint-Ferriol au nord de Quillan (pl. I, fig. 2), Lafage au sud de Nébias, Monplaisir près de Bélesta (pl. I, fig. 3), Pereille, Vernajoul (pl. I, fig. 4), nord de

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> série, t. XXV, p. 719; 1868.

Baulou, Balanço-Lamothe, saline de Camarade ou le Quérot (pl. 1, fig. 5), Monvezin, Moutardet, Felade-Tourtouse (pl. 1, fig. 6), Bédelles, Latour et Marsoulas, la clusé au nord de Salies-du-Salat, le pech de Montsaunès, Saint-Martory, Liéoux-Latoue (pl. 1, fig. 7). Cachée par les couches caillouteuses et argileuses du plateau miocène de Lannemezan, cette bande renversée se retrouve à Orignac, au nord de Bagnères-de-Bigorre, où elle a été signalée autrefois par M. Leymerie (pl. 1, fig. 10), puis à Ossun près de Tarbes. De là à Bidache, c'est le célèbre observateur des Pyrénées, Palassou, qui l'a indiquée par Coarraze (pl. 1, fig. 11), Nay, Bos d'Arros, Gan, Las-seube, Haget (pl. 1, fig. 12), Lucq, Dognen, Camblong, Monfort, Laas (pl. 1, fig. 13), Orriule, Sauveterre et Bidache (1).

La *faille de l'Arize* (F<sup>5</sup>) est fort intéressante à étudier. C'est elle qui donne la clé d'une des difficultés principales de la géologie pyrénéenne. Sa lèvre nord constitue une région très-déprimée, mamelonnée, où apparaissent en avant de la chaîne, ordinairement sous forme de lambeaux plus ou moins disloqués et renversés, les terrains primordiaux, de transition, carbonifère, triasique, jurassique et crétacé inférieur, lambeaux très-souvent recouverts en majeure partie et *en discordance* par les conglomérats, les couches schisteuses et gréseuses jaunâtres de la craie moyenne (C<sup>2</sup>); tandis que les terrains de la lèvre sud — qui appartiennent essentiellement ou presque essentiellement à la craie inférieure (C<sup>1</sup>) constituée, nous l'avons vu, par de puissantes assises de calcaires compactes à caprotines et par des schistes noirs, — forment une sorte de gigantesque muraille, ordinairement élevée de 6 à 800 mètres, au-dessus des mamelons de la craie moyenne. Cette muraille est l'un des traits les plus caractéristiques des Pyrénées, et peut être suivie presque sans interruption des bords de la Méditerranée aux rivages de l'Océan.

C'est cette muraille que l'on distingue très-bien dans les Pyrénées-Orientales et dans l'Aude, dans la chaîne de Saint-Antoine-de-Galamus (crête de Quirébus, plateau de Saint-Paul, Pétaourous (pl. 1, fig. 1), roc Paradet). C'est elle qui constitue le massif du col Saint-Louis, la forêt de Fanges, les fameuses gorges de la Pierre-Lisse au sud de Quillan (pl. 1, fig. 2), le pech Pélat, le massif de Coudous, le plateau sur lequel sont assises les magnifiques forêts de Callong, de Puivert et de Belestà; dans l'Ariège, elle est jalonnée par le Col del Figuier (pl. 1, fig. 3), les rochers de Benaix, la crête de Roquefixade, le pic de l'Aspre au nord de Soula, la crête entre ce pic et le pech de Foix (pl. 1, fig. 4), le pech de Saint-Sauveur, les hauteurs entre Saint-Martin-de-Caralp et Baulou, les petites montagnes au nord de Cadarcet et d'Unjat, le massif de Ségalas et de Durban, à la base nord duquel coule l'Arize — rivière à laquelle la faille qui nous occupe emprunte son nom, — le massif de Montserou, de Rimont (pl. 1, fig. 5), de Lescure, le tuc de Montgaillouet au nord-

(1) *Mémoire pour servir à l'Histoire naturelle des Pyrénées et des pays adjacents*, t. I, p. 340 et suivantes.

ouest d'Audinac, la région de Bordes-Vielles (pl. 1. fig. 6), le massif de Caumont et de Prat au sud du Salat; dans la Haute-Garonne, par les montagnes pyramidales ou coniques de la craie inférieure de Francazal, de Chein-Dessus, d'Estadens, de Soueich-Lespiteau (pl. 1, fig. 7), d'Encausse, de Gège au sud-ouest de Sauveterre, de Barbazan (pl. 1, fig. 8), de Saint-Bertrand de Comminges; dans les Hautes-Pyrénées, par les montagnes aussi pyramidales de Générest, les pics de Teillède et de Pinçou entre Bize-Nistos et Bazus (pl. 1, fig. 9), le soum de Pourricade au nord-ouest de Héches, les crêtes d'Esparros et de Billexe, le massif de Lhérès, la montagne conique d'Asté à l'entrée de la célèbre vallée de Campan, le mont du Bédât de Bagnères-de-Bigorre (pl. 1, fig. 10), les pics de Cotdoussan et de Jer entre cette dernière ville et Lourdes, le soum d'Este, les montagnes boisées de Subercarrère et le sommet de Lastoupiettes dont le pied nord est baigné par le gave de Pau, entre Lourdes et Saint-Pé-de-Bigorre; dans les Basses-Pyrénées, par le Castet Mauheit (pl. 1, fig. 11) et le pic de Cors d'Arthez d'Asson, les crêtes d'Illens et de Lasgarroques, les sommets boisés du Mont-du-Rey près de Louvie-Juzon, les crêtes entre le pic Hourat au sud-ouest de ce dernier village, et le pic Mail-Arrouy de Lurbe (pl. 1, fig. 12), les pics de Pédeher et de Ségu, le bois de Bugangue d'Aranuts, le pic d'Ereteu à l'est de Tardets (pl. 1, fig. 13). A partir de là, cette muraille, qui avait couru O. quelques degrés N. depuis les Pyrénées-Orientales, change brusquement de direction, est orientée N.-O., et constitue les montagnes à l'est de Trois-Villes et de Sauguis, où sont assises les chapelles de la Madeleine et de Sainte-Barbe; elle traverse ensuite la vallée de la Soule, et forme le signal d'Ordiarp, les massifs du pic d'Élaudy et de Méhaleu entre Ordiarp et Juxue, le bois de Gélos et la montagne du Souhoutsclacoa près d'Iholdy. Au-delà, c'est le terrain de transition du mont Baigoura ou Bordacaharra (pl. 1, fig. 14) et d'Itsatsou, et non plus le terrain crétacé inférieur, qui se montre et qui constitue le prolongement de cette magnifique barrière.

Comme nous l'avons dit, c'est au nord de cette importante faille de l'Arize (F<sup>3</sup>) qu'apparaissent, en avant de la chaîne, quelquefois presque dans la plaine, des terrains très-variés, plus ou moins recouverts par les conglomérats, les schistes pourris ou ardoisiers et les couches gréseuses jaunâtres de la craie moyenne (C<sup>2</sup>). C'est ainsi que se montrent (voir les coupes de la pl. 1 et la Carte pl. III) : le zechstein et le muschelkalk (Z ou t<sup>2</sup>) du col de Brézou; le crétacé inférieur (C<sup>1</sup>) de Pierre-Pagès (pl. 1, fig. 1); l'oolithe supérieure (J<sup>3</sup>) et le terrain de la craie inférieure (C<sup>1</sup>) de la région nord de la Pierre-Lisse et des environs de Quillan (pl. 1, fig. 2); le terrain de la craie inférieure (C<sup>3</sup>) de la vallée du Lhers-Vif (pl. 1, fig. 3), les lambeaux triasiques et infra-liasiques de Leychert; l'oolithe (J<sup>2</sup> et J<sup>3</sup>) et la craie inférieure (C<sup>1</sup>) du pech de Foix (pl. 1, fig. 4), rive droite de l'Ariège; l'infra-lias, le lias et le terrain aptien du pech de Saint-Sauveur, rive gauche de l'Ariège; les terrains crétacé inférieur, jurassique, triasique (avec ophite) et de transition, *renversés*, de la cluse de

l'Arize, entre les ruines de Saint-Barthélemy et Balança (1) ; le trias (t) gréseux, ophitique et gypseux de Clermont, de Gonsaraing et de Camarade, l'infrà-lias (J<sub>...</sub>) et le lias (J<sub>1</sub>, J<sub>2</sub>) de la Grausse et de Mancyre ; l'oolithe inférieure (J<sup>1</sup>) et la craie inférieure (C<sup>1</sup>) de Duer-de-Louve (pl. 1, fig. 5) ; les terrains dévonien, triasique, jurassique et crétaé inférieur des bords du Volp, entre Baup, le moulin de Tranquette et Matilot ; les marnes irisées ophitiques de Bordes-Vieilles (t) et le crétaé inférieur (C<sup>1n</sup>) de Grané (pl. 1, fig. 6) ; le terrain dévonien, les ophites triasiques de Salies-du-Salat ; les calcaires à caprotines et les schistes noirs du terrain crétaé inférieur de Montespan et de Ganties ; les terrains du même âge de Lespiteau (pl. 1, fig. 7) ; les grauwackes, les schistes cendreaux sub-ardoisiers avec filons de quartz des terrains de transition (peut-être carbonifères) d'Aspet au sud de Saint-Gaudens ; le terrain crétaé inférieur (C<sup>1</sup>) très-disloqué de Barbazan et de Burs (pl. 1, fig. 8), et du bois de Lapelade de Gourdan ; les ophites du terrain carbonifère au nord de Bize-Nistos ; les calcaires marmoréens jaunâtres, les brèches et les ophites du même terrain (h) de Lortet, et le crétaé inférieur (C<sup>1</sup>) du moulin de Berbizier (pl. 1, fig. 9) ; les ophites, sans doute carbonifères, de Labastide et de Bourg, et les calcaires du crétaé inférieur de Capvern ; les calcaires caverneux, les quartz nectiques, les roches talqueuses, les calcaires marmoréens à couzeranite, arragonite, etc. ; les schistes ardoisiers avec ophites ; les brèches dites universelles du terrain carbonifère (h) de Montoo, du château de Cassan (pl. 1, fig. 10), du pont de Pouzac et de Médous ; les gneiss et les schistes micacés et ardoisiers (Y) du mont Olivet de Bagnères-de-Bigorre (fig. 10) ; les schistes ardoisiers avec couches euritiques et ophitiques de la vallée de Loussouet entre Trébons et Neuilh, et les granites à mica palmé de Loucrup, couches qui doivent appartenir au laurentien et au cambrien ou silurien inférieur ; les ophites de Lourdes et de Saint-Pé-de-Bigorre qui dépendent sans doute du terrain carbonifère ; les schistes ardoisiers jaunâtres et bleuâtres (h?) avec ophites du même âge de Betharram, d'Arrestouilh et de Grabot (pl. 1, fig. 2) ; les ophites du même horizon ; les couches à *Ammonites bifrons* du lias supérieur d'Arudy, et les calcaires à caprotines de l'aptien du pic de Rébenacq au sud de Pau ; les ophites, sans doute de transition, de Lurbe et d'Ordiap (pl. 1, fig. 12) ; enfin le beau massif granitique et gneissique du laurentien (Y<sup>2</sup>), d'Hellelette et d'Hasparren, et les schistes jurassiques? de Cambo au sud-ouest de Bayonne.

La faille de *Castelnau-de-Durban* (F<sup>\*</sup>) prend naissance à Espira-de-l'Agly, près de Rivesaltes (Pyrénées-Orientales). On peut la suivre d'un bout de la chaîne à l'autre ; elle détermine le cours inférieur de l'Agly jusqu'à Estagel. D'Estagel à Joucou (Aude), sur 60 kilomètres de longueur, elle forme le thalweg d'une vallée profondément encaissée où coulent : le ruisseau de Maury ; la Boulzane entre Saint-Paul-de-Fenouillet, Caudiès et la Pradelle ; le ruisseau de Magnac, entre la Pradelle et le col

(1) Pl. VI, fig. 4 de notre travail cité sur les Petites Pyrénées de l'Ariège. *Bull. Soc. géol. de France*. 2<sup>e</sup> série, t. XXV, p. 740.

de ce nom; le ruisseau d'Alies, affluent de l'Aude; l'Aude entre la cluse au nord d'Axat et l'embouchure de la Rebenty; la rivière de la Rebenty entre le moulin qui porte ce nom et celui d'Ablé, à l'ouest de Joucou. Cet immense trait est admirablement rendu dans la Carte du Dépôt de la guerre. Plus à l'ouest, cette faille suit la légère dépression qui se produit dans le grand plateau de Belésta et de Belcaire, et qu'arrose le petit ruisseau de la Mouillère. On la retrouve à Freiche? sur le Lhers-Vif, à Montségur et à Montferrier au pied nord du massif de Tabes et de Saint-Barthélemy, à Celles, à Saint-Paul, à Foix, au col del Bouich, près Saint-Martin-de-Caralp, à Cadarcet; elle se poursuit, toujours dans la même direction, par Labastide-de-Sérou, Castelnaud-de-Durban, Basset au sud de Rimont, Crabé au sud de Lescure, Mondette sur le Salat, la base des massifs de Lestelas et de Fougaron, à la limite des départements de l'Ariège et de la Haute-Garonne; puis par Arbas, le Pont-de-Giret, au sud d'Aspet; le pied sud du mont de Juzet; Conte entre Arbou et Cazau-nous; Saint-Pédardet, Sainte-Marie; Siradan, Thèbe; le pied sud du pic de Monsacon, près de Mauléon-Barousse (Hautes-Pyrénées); la montagne de Larise; Rebouc dans la valle d'Aure; le pied méridional de l'Ascle du Mail-Arrouy; le Col de la Huste, au-dessous des cabanes d'Ordincède; la base de la crête de Haboura (vallée de Campan); la base sud du Mouné de Bagnères-de-Bigorre, Germs, Juncalas, Luggan? Rejetée au sud par la brisure transversale au fond de laquelle coule le Gave de Pau (vallée d'Argelès), la faille de Castelnaud-de-Durban passe entre Agos et Vidalos; dans le thalweg de la vallée de l'Extrême-de-Salles, au col d'Ansau; longe le petit ruisseau de Lastête au nord de Ferrières (vallée d'Asson, à la limite des Hautes-Pyrénées et des Basses-Pyrénées); la base sud de la crête de Coos. On la retrouve à Aste-Béon (vallée d'Ossau), au pied méridional du pic de Lauriolle et du plateau d'Ourdinse, au nord de Bédous (vallée d'Aspe); à la base sud de la montagne de Layens, au col de Sudou dans le thalweg du ruisseau de Haux, au nord de Licq (vallée de la Soule); dans le massif des Arbailles, où elle quitte la direction O. quelques degrés N., qu'elle avait eue jusque-là, pour courir N.-O., jusqu'au nord de Saint-Jean-Pied-de-Port.

Cette faille met en contact des terrains d'âge bien différent : dans les Pyrénées-Orientales et dans l'Aude, à Saint-Paul-de-Fenouillet et à Montodier près d'Axat, divers termes du terrain crétacé inférieur (*C<sup>1</sup> n*, *C<sup>1</sup> apt*, *C<sup>1</sup> alb*) (pl. I, fig. 1 et 2); à la limite des départements de l'Aude et de l'Ariège, dans la vallée de Lhers-Vif, au sud des gorges de la Frau (pl. I, fig. 3), dans l'Ariège oriental, à Montségur et à Montferrier, la craie inférieure et les terrains carbonifère et silurien; à Montgail-lard la craie inférieure ou le jurassique supérieur (*C<sup>2</sup>*) (pl. I, fig. 4); à Foix, l'albien et le granite; dans les Petites Pyrénées de l'Ariège, entre Cadarcet et le Salat, cette faille place côte à côte (pl. I, fig. 5 et 6; pl. IV, fig. 2), le cambrien (*i<sup>1</sup>*), le silurien (*i<sup>2</sup>*) et le dévonien (*i<sup>3</sup>*) contre les dépôts du trias (*t<sup>1</sup>*, *t<sup>2</sup>* et *t<sup>3</sup>*); dans le massif du pic de Lestelas, divers étages des terrains jurassique et crétacé inférieur. Enfin,

des environs d'Arbas (Haute-Garonne), à Saint-Jean-Pied-de-Port (Basses-Pyrénées), cette brisure met en bien des lieux en contact direct une bande jurassique (lias  $J_{..}$  et  $J_{...}$ ) et quelquefois l'oolithe ( $J^1$  et  $J^2$ ) avec le laurentien ( $Y^2$ ) du pont de Giret (pl. 1, fig. 7); avec le cambrien ( $i^1$ ) de Sainte-Marie, de Siradan et de Rebouc (pl. 1, fig. 9); avec le silurien ( $i^2$ ) de Mauléon-Barousse; avec le dévonien ( $i^3$ ) de Frontignan (pl. 1, fig. 8); avec le terrain carbonifère ( $h$ ) de Cazaunous, de Bayen (pl. 1, fig. 10), d'Agos, de Lastèle (pl. 1, fig. 11), de Jetous, de Bédous (pl. 1, fig. 12), de Licq (pl. 1, fig. 13), de Saint-Jean-Pied-de-Port.

La faille de Seix ( $F^8$ ) est parallèle à la précédente. On peut la suivre des environs de Latour-de-France (Pyrénées-Orientales) jusque dans la vallée d'Ossau aux Eaux-Bonnes (Basses-Pyrénées), et sans doute au-delà, par le pied méridional de la Serre-de-Verges près d'Ansignan; la base septentrionale? de la forêt d'Aigues-Bonnes; le col du Frayche (massif du Bac-Estable); les gorges de Saint-Georges, la limite nord du plateau de Sault, Belcaire, la partie sud des gorges de la Frau près de Comus; le ruisseau du Basoul; le pied méridional du massif de Tabes ou de Saint-Barthélemy; Saint-Conac; Verdun (1); Larnat; le château de Miglos; la rive droite de l'Ariège entre Capoulet et la forge de Vicdessos. A partir de là, cette faille quitte la direction E.-O., pour courir O.  $20^\circ$  N., passe à Sentenac, longe le ruisseau de Suc, s'observe près du pic de Montbéas ou du col d'Eret, à Aleut sur le Garbet, à Seix sur le Salat. Difficile à reconnaître entre Seix et la vallée de Castillon, par suite de la présence des terrains granitiques et de la craie moyenne, elle se retrouve au pied méridional du pic de la Serre, au nord d'Engommer, où elle reprend sa direction E.-O., puis elle longe la crête sur laquelle se trouvent placés les tucs de Ganous et de las Haouerados qui dominent au nord de la Bellongue ou la Vallongue, et passe au pont de Henne-morte ou de la Houle sur le Ger. A partir de là, la faille de Seix s'infléchit au sud, à la suite d'un rejet très-curieux, en rapport avec la brisure transversale au fond de laquelle coule la rivière de Ger. Vis-à-vis Couledoux, elle suit de nouveau sa direction générale E.-O., passe au col de Menté, c'est-à-dire à la base sud du massif de Cagire, contourne au nord par Carréro-de-Boutx, Bézins et Eup, la montagne de Cap-del-Mount de Saint-Béat, passe à Marignac, puis le long du ravin qui descend de Som-d'Olives à Cierp. On la retrouve au nord de Monlas, près de Sost, et dans le thalweg du ruisseau de la Baricane qui se jette dans la Neste-d'Aure à Ilhet. De là, elle va rejoindre Sainte-Marie dans la vallée de Campan, par le pied nord de la montagne de la Soule et de la crête de Bassia; puis elle suit

(1) Variante du cours de la faille. — Cazenave, Arnave, Bonpas, le ruisseau d'Arignac et de Saurat, la petite rivière d'Arac qui descend du col de Port et qui arrose Massat, ou, si l'on veut, l'immense dépression que suit la route départementale de Tarascon-sur-Ariège à Saint-Girons, entre Bèdeillac et Biert par le col de Port. De là cette faille passe près d'Alent et près de Soueix au pied méridional du cap de Tucoredone, S. de Saint-Girons, au sud de Moulis, au pied méridional du pic de la Serre, au N. d'Engommer, etc.

le côté sud de la partie inférieure de la vallée de Campan entre Sainte-Marie et Artigues-Daban, passe à Sarribes (vallée de Lesponne), longe le pied méridional de la crête de Bayen, avoisine les Échelles de Pilate, au sud de la plaine d'Esquiou, suit le côté méridional des crêtes du Hount-Arnouye et de Hourc-Dessus. Plus loin, elle doit passer près d'Ourdis, de Berbérust et de Geu. Rejetée de quelques kilomètres au sud par la brisure transversale qui a donné naissance à la vallée d'Argelès, elle longe la base sud de la montagne d'Aragnat entre Argelès-de-Bigorre et Aucun, le pied de la crête de Caubère, des signaux d'Allias et de Picord, du rocher d'Escoute. Au-delà, on la retrouve dans les environs des Eaux-Bonnes, à Assouste (vallée d'Ossau), au col d'Arrioutort, sans doute au sud d'Accous, c'est-à-dire au pied des crêtes d'Arapoup et du bois de Mié et Hegna; elle doit se poursuivre plus loin dans le massif de Sainte-Engrace.

Comme la précédente, cette faille met côte à côte des terrains bien variés et séparés quelquefois par plusieurs milliers de mètres de couches : dans les Pyrénées-Orientales, le terrain de transition et le granite (pl. 1, fig. 1); dans les gorges de Saint-Georges (Aude) et près de Comus, l'albien supérieur ( $C^1 alb^1$ ) et le carbonifère ( $h$ ) (pl. 1, fig. 2 et 3); dans les vallées de l'Ariège, du Garbet et du Salat, le terrain granitoïde ( $y^1$  ou  $y^2$ ) et le carbonifère ( $h$ ) (pl. 1, fig. 4, 5, 6); sur la crête de Ganous, de las Haouerados et dans la vallée du Ger, l'oolithe supérieure ( $J^5$ ) ou la craie inférieure ( $C^1 n$ ) et le carbonifère ( $h$ ) (pl. 1, fig. 7); au col de Menté, du côté de l'Est, l'aptien et les ophites du carbonifère, et du côté de l'Ouest, c'est-à-dire vers Saint-Béat (projection en arrière du plan de la coupe, pl. 1, fig. 8), l'oolithe supérieure ( $J^5$ ) et les calcaires noirs à couzeranite du carbonifère ( $h$ ). Plus loin, les lèvres de cette faille ont beaucoup moins joué l'une par rapport à l'autre; aussi remarque-t-on en contact immédiat : à Eup et à Rebouc (vallées de la Garonne et de la Neste-d'Aure), le terrain granitoïde laurentien ( $y^2$ ) et le carbonifère ( $h$ ) (pl. 1, fig. 8 et 9), et plus loin encore, comme au sud de Bayen (pl. 1, fig. 10), dans la vallée d'Argelès et au signal de Picord (pl. 1, fig. 11), le carbonifère ( $h$ ) avec le silurien et le dévonien ( $i^2$  et  $i^3$ ).

Un trait remarquable des deux dernières brisures que nous venons de faire connaître : failles de Castelnau-de-Durban et de Seix ( $F^4$  et  $F^5$ ), c'est que ces brisures (voyez la carte, pl. III, et les coupes de la planche 1) limitent ou mieux comprennent entre elles les formations granitiques et de transition qui constituent les puissants massifs de la montagne de Tabes ou de Saint-Barthélemy, du mont Fourcat, du cap de Montcaut, de Montbéas, du Pla-de-la-Serre et d'Esplas dans l'Ariège; les lambeaux entre Arbas et Millas dans la partie orientale de la Haute-Garonne, et le massif allongé dans la direction E.-O., qui va du pied occidental du pic du Gars près de Saint-Béat (Haute-Garonne) à Sarrancolin-Rebouc dans les Hautes-Pyrénées.

Indépendamment des cinq grandes failles que nous venons de passer en revue, il en est beaucoup d'autres, plus ou moins parallèles, que nous n'avons suivies

qu'imparfaitement ; nous citerons surtout les failles de Lès et de la Maladetta.

La *faille de Lès* (F<sup>6</sup> de nos coupes) fait réapparaître une deuxième fois une série de transition et granitique ; mais elle est très-difficile à reconnaître dans les Pyrénées-Orientales et dans les Hautes-Pyrénées de l'Aude et de l'Ariège oriental, s'étant produite de ce côté de la chaîne en plein granite ou en plein laurentien. Nous pensons qu'elle a déterminé la venue au jour des sources thermales sulfureuses de Vincu, de Molitg, de Carcanières, d'Ax (pl. 1, fig. 1 et 3). C'est elle sans doute qui fait buter le terrain de transition du massif d'Aulus contre le granite du pic Rouch (pl. 1, fig. 5). Cette faille se montre ensuite dans la haute région du Salat à Conflens (pl. 1, fig. 6). On la signalera sans doute un jour dans le massif de Ruda (vallée d'Aran) ; elle est parfaitement indiquée à Lès (pl. 1, fig. 8), et à Bagnères-de-Luchon ; elle doit exister dans le massif de Cadéac, au sud d'Arreau. On la retrouve au col du Tourmalet, entre le pic du midi de Bagnères et Néouvielle. Nous pensons qu'elle existe dans les environs de Barèges et Saint-Sauveur. Il est remarquable que dans ces dernières localités, comme dans celles signalées dans la partie orientale de la chaîne, cette faille avoisine des sources thermales sulfureuses. Sa direction est celle des Pyrénées : O. 7° N.

La *faille de la Maladetta*, qui a la même direction que la précédente, n'a été étudiée jusqu'ici par nous que très-peu ; elle fait notamment buter, à la faite ou près du faite de la chaîne dans les Pyrénées de la Haute-Garonne et de l'Aragon, ou pour mieux dire de la province de Lérida, les dolomies du silurien inférieur ou du cambrien (*z'*) (1) contre le granite (*y*) qui constitue notamment le massif de la Maladetta et de Sabodéra (haute vallée d'Aran) ; et dans les Hautes-Pyrénées, au milieu des puissants massifs du Mont-Perdu et de Gavarnie, les terrains récents de notre deuxième série (craie moyenne et supérieure, nummulitique) contre les roches primordiales et de transition.

Il faut remarquer, à propos des failles qui restent encore à suivre dans les Pyrénées, que là où se montrent les terrains relativement récents, les brisures sont faciles à reconnaître ; mais qu'il devient très-difficile, sinon impossible, de suivre certaines d'entre elles dans les terrains granitique, laurentien, cambrien, silurien et dévonien : cela tient d'un côté à la texture souvent massive du granite, de l'autre à la nature ordinairement schisteuse et ardoisière et aux plissements répétés des couches cambriennes et siluriennes. Aussi avons-nous multiplié nos observations dans les montagnes de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> ordre, montagnes où se développent d'une façon remarquable les formations calcaires, dévonienne et carbonifère, et les terrains si variés et si reconnaissables qui caractérisent les époques secondaire et tertiaire.

(1) Ce sont ces dolomies que M. Leymerie a placées dans le terrain silurien supérieur (coupe transversale des Pyrénées françaises passant par Luchon et Montrejeau, etc. ; *Bull. de la Soc. géol. Fr.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXVII, 1870, pl. XIII) ; mais le silurien supérieur est *toujours et partout* très-riche en encrines et en orthocères, et composé de calcaires bleuâtres, veinés de blanc et de calschistes.

Il existe aussi dans les Pyrénées de nombreuses failles qui sont plus ou moins perpendiculaires à la direction de la chaîne, c'est-à-dire transversales ; elles appartiennent généralement aux *Systèmes* du *Mont-Sény*, de M. Vézian (N.-N.-E.), et du *Thüringerwald* (N.-O.).

Les plus importantes sont celles qui déterminent le cours du Verdoube, entre Tautavel et Estagel ; de l'Agly, entre Ansignan, Saint-Paul-de-Fenouillet et Camps ; de la Boulzane, entre Ginela et la Pradelle ; de l'Aude, entre sa source et Fontanès, et entre les gorges de Saint-Georges et de la Pierre-Lisse au sud de Quillan ; du Lhers-Vif dans les profondes gorges de la Frau, à l'est du mont Saint-Barthélemy, et entre Roudières et la Bastide-sur-Lhers ; du Touyre, entre Montferrier, Lavelanet et Laroque ; de l'Ariège, entre l'Hospitalet et Ax, et entre Tarascon et Pamiers ; de l'Arize, entre les ruines du château de Saint-Barthélemy, près de Durban, et Sabarat ; du Volp, entre Baup et Sainte-Croix ; du Salat, entre sa source au pied du port de Salau et Saint-Girons, et entre Mane et Roquefort ; du Ger, de la base du pic de Palo-Bidaou à Lespiteau ; de la Garonne, entre Bosost et Montréjeau, et entre Beauchalot et Cazères ; de la Pique, de la Lourse, de la Neste, entre le port d'Ourdissetout, Arreau et Labarthe-de-Neste ; de l'Adour, entre Campan, Bagnères-de-Bigorre et Montgaillard ; du gave de Pau, entre le Cirque de Gavarnie et Lourdes, et de ses affluents, les gaves de Cauterets, de Bun et d'Arrens ; du gave d'Ossau, entre le pic du midi d'Ossau et Arudy ; du gave d'Aspe, du gave de Mauléon ; de la Bidouze, de la Nive et de la Bidassoa.

Nous rappellerons que ces failles transversales rejettent quelquefois au sud les brisures principales parallèles à la ligne de faite que nous avons signalées. Ainsi les grandes failles de Castelnaud de Durban (F<sup>1</sup>) et de Seix (F<sup>6</sup>) éprouvent un rejet au contact des fissures transversales du Ger et du gave de Pau.

Ces failles transversales sont souvent très-intéressantes à étudier, surtout quand elles entament les calcaires marmoréens et dolomitiques des terrains de transition et carbonifère. Celles qui affectent les calcaires compactes à Caprotines de la craie inférieure sont en bien des lieux, surtout dans les Pyrénées-Orientales et dans l'Aude, de vraies cluses d'une profondeur effrayante qui rappellent de tous points les beaux accidents du Vercors et du Royans, dans le Dauphiné.

Dans les Corbières et dans le chaînon qui unit ce massif à la Montagne-Noire, les failles observées sont les suivantes :

Faille de l'Aude.		
Faille de Roquenégade	F <sup>7</sup>	des coupes.
Faille d'Alaric	F <sup>8</sup>	—
Faille de l'Orbieu	F <sup>9</sup>	—
Faille de la Nielle	F <sup>10</sup>	—
Faille de l'Aussou	F <sup>11</sup>	—
Faille du Tauch	F <sup>12</sup>	—

Faille de la Berre	F <sup>13</sup> des coupes.
Faille de Treille	F <sup>14</sup> —

Ces failles sont à peu de chose près parallèles entre elles ; elles sont dirigées entre N. 30° à N. 36° E. ; elles appartiennent donc au système du Mont-Sény. Quelques-unes se poursuivent des Pyrénées à la Montagne-Noire. On les suivrait plus loin jusque dans les Cévennes proprement dites ; et, si l'on se rappelle que les Cévennes ont la même orientation que les crêtes de Raye et de Penot, à l'est de Valence, que celle de la Moucherolle dans le Vercors, que celle des montagnes de la Grande-Chartreuse, près de Grenoble, et que la chaîne granitique de Belledonne, on est conduit à admettre comme nous l'avons déjà avancé : « que les Corbières se relient aux Alpes par une série de rides parallèles (1). »

La *faille de l'Aude*, qui, avons-nous dit, a déterminé dans les Pyrénées proprement dites le cours de cette rivière, dans les fameuses gorges de Saint-Georges et de la Pierre-Lisse, continue à suivre ce cours d'eau dans le massif entre Campagne et Limoux. Rejetée un peu à l'ouest sous le parallèle de cette dernière ville, cette faille suit toujours la rivière jusqu'à Carcassonne et Montrédon. Sa direction moyenne est N. 30° E. Peut-être est-ce la même brisure qui, plus au N.-N.-E., détermine la coupure au fond de laquelle coule l'Argent-Double entre Caunes et Citou, dans la Montagne-Noire. Dans ce cas, cette faille aurait, en dehors des Pyrénées proprement dites, plus de 70 kilomètres de longueur.

La *faille de Roquenégade* (F<sup>7</sup>), signalée par d'Archiac sur la montagne d'Alaric (2), — faille non comprise par Tallavignes, qui avait fondé sur cet accident une discordance imaginaire dans le groupe nummulitique, — se poursuit au S.-S.-O. vers Arquette, la Bastide-en-Val et Lacaunette-sur-Lauquet. Au nord du massif du Mont-Alaric, elle passe à la métairie blanche, suit le petit ruisseau de Rieugrus à l'ouest de Douzens, détermine le cours de l'Aude entre Blomac et le bac de la Redorte, passe entre Homps et Azille, longe le pied occidental des petits coteaux de Cadirac, entre Olonzac et Pépieux, et se termine à Azillanet, où elle se soude presque à angle droit avec les couches orientées E.-O., qui constituent la base de la Montagne-Noire. Elle est à peu près parallèle à la précédente, c'est-à-dire qu'elle court N. 30° E. Sa longueur est de 45 kilomètres.

Les lèvres de cette faille n'ont pas joué beaucoup l'une par rapport à l'autre. La lèvre ouest surélève notamment le terrain nummulitique inférieur au-dessus du nummulitique moyen à l'ouest de Roquenégade (pl. II, fig. 7), et place à des altitudes et dans des conditions différentes certaines couches de l'éocène lacustre (c<sup>2</sup>) (pl. II, fig. 5, 6 et 9).

La *faille d'Alaric* (F<sup>8</sup>) est une des plus imposantes des Corbières. Sa direction est

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> série, t. XXIV, p. 722 ; 4867.

(2) *Mém. Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> série, t. VI, p. 295 ; 4859.

N. 34° E. C'est elle qui est cause de la surélévation : du pech de Bugarach (1231<sup>m</sup>), le sommet le plus élevé du massif qui nous occupe ; de la montagne (913<sup>m</sup>) au bas de laquelle sourd la fontaine salée de Sougraigne ; du Pech, signal de Méricon (823<sup>m</sup>) ; du signal d'Albas (730<sup>m</sup>) ; des montagnes au nord-est de Bouisse (721<sup>m</sup>), au bas desquelles coule l'Orbieu, jusqu'au moulin de Salsat ; des hauteurs de Maironnes et de Caunettes-en-Val, (signal de Calmigne, 693<sup>m</sup>, — Pech de Caunettes, 362<sup>m</sup>) ; des signaux de Cestay (357<sup>m</sup>) et de N.-D. du Carla (257<sup>m</sup>) ; du rocher de Pechlat (434<sup>m</sup>) ; du sommet d'Alaric (600<sup>m</sup>). Au nord de cette dernière montagne, la faille en question passe à Moux, à Montbrun, à Sainte-Estève, à Oupia, suit le fossé qui longe à l'ouest la serre d'Oupia (295<sup>m</sup>), passe un peu à l'ouest des Tuileries près de Saint-Jean-de-Caps, et va se souder près du signal d'Agel (250<sup>m</sup>) à la faille de l'Orbieu dont nous allons bientôt parler. Sa longueur est de 65 kilomètres.

La faille d'Alaric fait apparaître au pech de Bugarach et à la montagne de la source salée de Sougraigne les terrains triasique, jurassique et crétacé inférieur, qui sont courbés et brisés de mille manières. Dans le massif de Monthoumet, elle disloque plus ou moins les couches du silurien (*i*<sup>2</sup>) et du dévonien (*i*<sup>3</sup>). Entre ce massif et la montagne d'Alaric, elle met en contact direct : le terrain nummulitique (*e*<sup>4</sup>) et les grès et poudingues de l'éocène d'eau douce (*e*<sup>2</sup>) ; fait jouer les unes par rapport aux autres diverses couches du garumnien (*G*), et met côte à côte ce dernier terrain (*G*) et le nummulitique (*e*<sup>4</sup>) (pl. II, fig. 7). A Alaric, cette faille fait descendre d'un bond le garumnien (*G*) du sommet de la montagne à 300 mètres en contre-bas, ce qui laisse affleurer là le terrain de transition (*i*<sup>3</sup>) (pl. II, fig. 7) ; à Moux, elle met côte à côte des bancs subverticaux et des bancs peu inclinés appartenant à l'éocène d'eau douce (*e*<sup>2</sup>) ; à Montbrun, elle place les unes à côté des autres les couches très-relevées de l'éocène d'eau douce et les marnes bleues et les grès à Miliolites presque horizontaux du nummulitique moyen ; à Sainte-Estève, le même terrain à nummulites et le calcaire à lignites, base de la formation éocène d'eau douce, ou des grès de Carcassonne ; à Olonzac, les bancs inclinés de l'éocène d'eau douce (*e*<sup>2</sup>) du moulin à vent de Veye, et les strates légèrement courbés en fond de bateau de Cadirac (pl. II, fig. 5) ; entre Oupia et Beaufort, le long du ruisseau de Lescut, les couches horizontales ou peu inclinées de l'éocène d'eau douce, et les couches du même âge *renversées*, verticales, subverticales et ensuite courbées en voûte, qui constituent la serre d'Oupia. Il en est de même dans le massif de Saint-Jean-de-Caps et du signal d'Agel.

La faille de l'Orbieu (*F*<sup>9</sup>) avoisine la précédente ; sa direction est également au début N. 34° E. ; elle détermine le cours de la rivière d'Orbieu entre Savignac près d'Auriac et Lanet, dans le massif de Monthoumet, passe au pied occidental du pic de Berlès, sud de Vignevieille ; longe de nouveau l'Orbieu entre ce dernier village et Lagrasse ; passe à Castel entre cette petite ville et Ribaute ; suit encore l'Orbieu jusque sous le parallèle de la métairie de Boutignane. Cachée par les dépôts dilu-

viens de la rivière dont elle porte le nom, elle se retrouve à l'est de Fontcouverte, près de Lieurade ; au moulin à vent de la Condomine, près Conilhac-de-la-Plaine, dans les environs de Saint-Jaume ; à Argens ; au signal de la Garde-Roland, à mi-flanc oriental de la serre d'Oupia ; près de Landure et du signal d'Agel, où elle se réunit avec la faille précédente. D'Agel ou plutôt de la muraille calcaire à l'est de ce village, elle va en ligne droite au Puech Montahut (341<sup>m</sup>), à la chapelle de Saint-Pierre (335<sup>m</sup>), et un peu à l'ouest des escarpements sur lesquels se trouve bâtie la chapelle de N.-D.-de-Nazareth au sud-ouest de Saint-Chinian.

La direction de la faille de l'Orbieu, qui était jusqu'ici, comme celle de la faille d'Alaric, N. 34° E., change à partir de N.-D.-de-Nazareth pour devenir N. 50° E., c'est-à-dire pour courir comme la petite rivière de Vernazobres dont elle a déterminé la direction. La jolie petite ville de Saint-Chinian et la mouline basse de Cessenon se trouvent sur cette faille, qui doit se poursuivre encore au-delà dans la Montagne-Noire vers Bédarieux. La longueur de cette brisure, depuis le massif de Monthoumet jusqu'à Cessenon, est de 80 kilomètres environ.

Les meilleures localités pour l'étudier sont d'un côté entre Lagrasse et la Boutignane, sur les bords de l'Orbieu, dans les Corbières proprement dites, de l'autre entre le massif du Cayla au nord-ouest de Bize, et Cessenon, au-delà de Saint-Chinian, base orientale de la Montagne-Noire ; on voit là une puissante bande, — constituée par les terrains garumnien (*G*), nummulitique (*e*<sup>1</sup>), et quelquefois par l'éocène d'eau douce (*e*<sup>2</sup>), — *complètement renversée*. Les figures 2, 3, 4, 7 et 8 de la planche II donneront une idée de ce magnifique accident, qui n'a d'égal que celui que nous avons signalé le long des Pyrénées, et qui est compris, on se le rappelle, entre les failles de Lenz et de Camarade.

En dehors de ces régions, la faille de l'Orbieu met en contact, dans le massif de Monthoumet, diverses couches appartenant aux terrains de transition (*i*<sup>2</sup> et *i*<sup>3</sup>) (pl. II, fig. 9). Ailleurs, comme à Conilhac-de-la-Plaine, à Saint-Jaume, à la Garde-Roland ou au Touril (pl. II, fig. 5), le nummulitique (*e*<sup>1</sup>) et l'éocène d'eau douce (*e*<sup>2</sup>). En d'autres lieux, comme à Argens et à Landure, les couches verticales du calcaire à lignites, base de l'éocène d'eau douce (*e*<sup>2</sup>) et les bancs moins redressés des grès de Carcassonne appartenant au même terrain (*e*<sub>2</sub>).

La faille de la Nielle (F<sup>10</sup>) est très-bien indiquée entre Laroque-de-Fa, Félines et Villerouge dans le massif de Monthoumet. De Villerouge à Saint-Laurent-de-la-Cabrerisse, elle doit suivre la route départementale et le ruisseau du Rembuly. Cette faille est très-bien marquée par le cours de la Nielle entre Cabirou, près Saint-Laurent, et les Palais ; elle passe à Montplaisir, à la Métairie-Neuve, un peu à l'est de la Métairie-des-Moines, à l'ouest du château de Caumont, près de Lézignan. Cachée par le *diluvium* des plaines de l'Orbieu et de l'Aude, c'est elle peut-être qui se retrouve à la base du Pech de Bize, à Cruzy, et qui entame le garumnien du plateau de Rachou.

Ainsi que l'indiquent les coupes de la planche II, cette faille met en contact : dans le massif de Monthoumet (fig. 9), les terrains silurien ( $i^2$ ) et dévonien ( $i^3$ ); sur les bords de la Nielle (fig. 7), le garumnien ( $G$ ) et l'éocène marin ( $e^1$ ) et d'eau douce ( $e^2$ ); près de la Métairie-des-Moines (fig. 6), le Muschelkalk ( $t^*$ ) et les poudingues de l'éocène lacustre ( $e^3$ ); dans le massif de Cruzy, peut-être le garumnien et le trias, et à Rachou (fig. 3) diverses couches du garumnien.

Dans les Corbières proprement dites, la longueur de la faille de la Nielle est de 30 kilomètres; elle est parallèle à celles d'Alaric et de l'Orbieu.

La faille de l'Aussou (F<sup>11</sup>) est tout aussi importante que celles d'Alaric et de l'Orbieu. Sa direction est N. 33° E.; elle se soude aux Pyrénées dans le massif de Duillac. C'est cette faille qui permet au Verdoube de franchir la chaîne de Peyrepertuse, au nord-nord-est de Duillac. On l'observe à l'ouest de Montgaillard et à la base orientale du Montauch de Palayrac et du Pech de Guilloumet dans le massif ancien de Monthoumet, puis près de Jonquières et de Coustouges, et à la plâtrière de Poursa; elle est très-nettement indiquée dans les Basses-Corbières, près le cours de la rivière d'Aussou, entre Borde-Escure et Ornaisons. L'Orbieu lui doit sa direction, de ce dernier village à Villedaigne et à Raissac-d'Aude. Cachée sous le terrain quaternaire de l'Aude et de la Cesse, elle reparait dans le petit îlot secondaire des Pères-Azam, à l'est de Quarante; puis aux moulins de Creissan sur le Lirou; à la base orientale de la petite montagne où se trouve assise la chapelle de Saint-Christophe, près de Puisserguier; un peu à l'ouest des domaines de Milhau et de Capel; au pech de Carbonel; à Varailhac-sur-l'Orb; le long du ruisseau de Bouissel et au pech de Veyran. De là elle suit peut-être le ruisseau de Rieutord qui prend naissance dans le massif ancien de la Montagne-Noire.

De la région de Duillac au pech de Veyran, cette faille a environ 80 kilomètres de longueur.

Cette importante brisure met en contact direct : à l'ouest du ruisseau de la Valette (pl. II, fig. 9) le trias et le silurien supérieur; à la plâtrière de Poursa, le trias ( $t^3$ ) et le garumnien ( $G$ ) (fig. 7); dans la vallée de l'Aussou, le garumnien ( $G$ ) de la Roquelongue et le miocène inférieur ( $m^1$ ) (fig. 6); à l'ouest de Capel, les calcaires siliceux de l'oolithe inférieure ( $J^1$ ) et les calcaires siliceux et les argiles rutilantes du garumnien ( $G$ ) (fig. 2); enfin au Pech Veyran les couches triasiques ( $t$ ) et les calcaires et les marnes du miocène inférieur ( $m^1$ ) (fig. 1).

La faille du Tauch (F<sup>12</sup>) est dirigée N. 34° E.; elle s'embranché aux Pyrénées dans le massif de Padern et de Cucugnan. Elle détermine la direction de la curieuse montagne de Tauch, qu'elle longe à l'ouest; elle est nettement indiquée à la base occidentale de la Serre de Quintillan et près d'Albas? On la retrouve sans doute dans les massifs de Fontjoncouse et du Pech de la Selve, à Pradines, à la base occidentale du bois de Loumet, à l'abbaye de Fontfroide. C'est elle peut-être qui a causé la dé-

pression que suit la route de Lagrasse à Narbonne au-delà d'Aussières, et que l'on observe au nord-est de Montrédon jusqu'à Védillan.

La longueur de cette faille est de 55 kilomètres.

Elle met en contact des terrains bien variés ; on en jugera par les exemples suivants :

A la base occidentale du Tauch (pl. II, fig. 9), le zechstein ou le trias ( $t^2$  ou  $z$ ) et le néocomien ( $C^1 n$ ) ; à Pradines et à la Métairie-Neuve (fig. 6), le crétacé supérieur ou sénonien d'eau douce et le garumnien ; à Fontfroide, le turonien et l'aptien ; à l'ouest du télégraphe de Montrédon, divers ternes du terrain jurassique ( $J_{,,}$  et  $J^1$ ) (fig. 5).

La faille de la Berre ( $F^{13}$ ) est orientée N.  $34^\circ$  E. comme la précédente, dont elle est d'ailleurs très-rapprochée ; elle borde le côté oriental de la montagne de Tauch, dont nous venons de parler, suit les ruisseaux de Domneuve, le col d'Extrême et des Courtals jusqu'à Villeneuve ; emprunte, à partir de là jusqu'après Durban, le cours de la Berre, qu'elle suit encore jusqu'au confluent du ruisseau de Ripaud ou du Ripond à l'est de l'ermitage de Saint-Victor ; puis elle passe au signal de Pech-Arbousier, à l'ouest de la platrière de las Plages, près de Jonquières, et se perd ensuite sous le miocène lacustre des fours à chaux du bassin de Narbonne.

Cette faille a la même longueur que la précédente. Elle se poursuit probablement très-loin. C'est elle sans doute qui joue le grand rôle dans le massif si curieux de Cabrières (Hérault), et qui doit longer la chaîne de la Seanne dans les Cévennes de l'Hérault. Le savant géologue de Montpellier, M. de Rouville, nous le dira un jour.

Quoi qu'il en soit, la faille de la Berre met côte à côte au pied du Tauch (pl. II, fig. 9) le muschelkalk ou le zechstein ( $t^2$  ou  $z$ ) et le terrain aptien ( $C^1 apt$ ) ; au confluent du Ripaud ou du Ripond, le terrain silurien ( $s$ ) et le garumnien (G) (pl. II, fig. 7) ; au Pech-Arbousier, l'oolithe ( $J^2$ ) et les grès sénoniens ( $C^3$ ) (pl. II, fig. 6) ; à l'ouest de la Platrière, le lias inférieur ou le muschelkalk ( $t^2$ ) contre l'albien ( $C^1 alb^1$ ). Au-delà de Jonquières, cette faille est recouverte par le terrain miocène ( $m^1$ ) qu'elle ne paraît pas avoir entamé.

La faille de Treille ou d'Opoul ( $F^{14}$ ) est dirigée N.  $35^\circ$  E. Très-bien indiquée près d'Opoul, cette faille doit passer non loin de Treille, à la base du Cap-Romain près de Lapalme ; puis elle doit suivre la base orientale de la petite et célèbre montagne de la Clape près de Narbonne. Sa longueur serait de 50 kilomètres.

Ainsi que l'indiquent les figures 6 et 7 de la planche II, cette faille met en contact près d'Opoul l'aptien ( $C^1 apt$ ) et l'albien très-relevé ( $C^1 alb^1$ ), et dans le massif de la Clape diverses couches de l'aptien.

Outre les grandes failles des Corbières que nous venons de passer en revue, et auxquelles ces montagnes doivent notamment leur direction générale N.  $34^\circ$  E., il en existe dans ce massif d'autres qui sont orientées comme celles que nous avons étudiées le long des Pyrénées, c'est-à-dire E.-O. ou O. quelques degrés N. Les

principales de ces failles transverses à la direction des Corbières, failles que l'on pourrait appeler *Pyréno-corbiériennes*, sont les suivantes :

Faille de Feuilla	F <sup>15</sup> des coupes.
Faille de Villerouge	F <sup>16</sup> —
Faille d'Albas	F <sup>17</sup> —
Faille des Mattes	F <sup>18</sup> —
Faille de Moux	F <sup>19</sup> —
Faille d'Azillanet (1)	F <sup>20</sup> —

La *faille de Feuilla* (F<sup>15</sup>) est dirigée E.-O. ; elle longe le ruisseau del Rieu qui se jette dans l'étang de la Palme, passe à Feuilla ; suit l'immense fossé qui existe entre le Roc des Coudets (597<sup>m</sup>) et le Montoulié de Périllous (708<sup>m</sup>), fossé au fond duquel est assis le chemin qui va de Feuilla à Saint-Jean-de-Barrou. On la retrouve au pied de Caltelmaure et d'Embres, d'où elle va droit à la dépression que l'on remarque entre la Serre de Quintillan (490<sup>m</sup>) et la montagne de Tauch (826<sup>m</sup>) ; elle passe au pied du Montauch (606<sup>m</sup>), à Laroque-de-Fa. De ce village à Albières, elle longe la dépression qui est jalonnée par la route départementale de Narbonne à Couiza par Monthoumet ; puis elle suit la base de la crête où se trouvent situés les pitons d'Esquinedaze et le Signal de Cardon (796<sup>m</sup>). La petite rivière de la Sals, entre les Clapiers et Couiza, et l'Aude, entre Couiza et Esperaza, lui doivent leur cours. Cette faille doit se poursuivre au-delà vers Puivert. Nous l'avons suivie sur 75 kilomètres de longueur.

Dans les Corbières orientales (voir la carte, pl. III), la lèvre sud de la faille de Feuilla est formée par le zechstein (z) qui se trouve en contact avec les terrains de transition (i) de Treille. En se dirigeant ensuite vers l'ouest aux fours à chaux de Feuilla et dans les massifs d'Hortoux, de Périllou et de Castelmaure, cette même lèvre est formée des calcaires à caprotines de la craie inférieure (C<sup>1</sup>) et des calcaires de l'oolithe (J), en relation avec le zechstein (z). D'Embres aux bords de la Sals, cette faille est entièrement dans le terrain de transition (i) (pl. I, fig. 1) ; des Clapiers à Couiza et à Esperaza, la lèvre sud est formée par les couches du muschelkalk ou du zechstein (i<sup>2</sup> ou z), tandis que la lèvre nord appartient à l'étage nummulitique (e<sup>1</sup>) (pl. I, fig. 2).

Les *failles de Villerouge et d'Albas* (F<sup>16</sup>, F<sup>17</sup>) constituent un des traits les plus curieux des Corbières, un accident qui rappelle ceux de Lenz, de Camarade et de l'Orbieu. Ces failles longent ou mieux limitent une bande étroite, sorte de muraille formée de couches subverticales, verticales ou *renversées*, appartenant aux terrains garumnien (G), nummulitique (e<sup>1</sup>) et éocène d'eau douce (e<sup>2</sup>). Cette muraille qui borde au nord le terrain de transition du massif de Monthoumet, court E.-O. Les coupes,

(1) Cette faille se trouve à la base de la Montagne-Noire dans le Minervois.

fig. 1 et 2 de la planche I et fig. 8, 9 et 10 de la planche II, donnent une idée de ce singulier accident.

La *faille de Villerouge* qui est la mieux indiquée des deux, limite au sud la bande en question ; elle prend naissance dans le ravin qui longe le pied nord de la Serre-Nègre de Durban, passe près d'Albas, au nord de Fourques et de Villerouge, à Durfort, au nord de Lairière et de Villardebelle, près de Fondondy et au sud de la métairie de Peyrouliès? commune d'Alet. Peut-être se poursuit-elle au-delà. Sa longueur reconnue jusqu'à présent est d'environ 50 kilomètres ; elle fait buter le garumnien (G) *renversé*, contre le même garumnien en couches *normales* qui s'appuie sur le terrain de transition, ou bien elle met directement en contact ces deux terrains.

La *faille d'Albas* (F<sup>17</sup>) met en contact, à Villerouge, les poudingues *renversés* de l'éocène d'eau douce (e<sup>2</sup>) contre les mêmes poudingues dans leur position normale (pl. I, fig. 10) ; à Payrouliès, métairie au sud de Vendemies, le calcaire à miliolites du nummulitique (e<sup>1</sup>) très-relevé, contre les marnes bleues du même terrain en couches peu inclinées. Cette faille a la même longueur que la précédente.

La *faille des Mattes* (F<sup>18</sup>) est dirigée O. 6° N. C'est cette brisure qui a déterminé : la dépression qui existe entre les massifs de Villerouge-la-Cremade et Caraguilles, à l'ouest de Thézan ; le cours de la Nielle entre les Palais et le moulin de la Nielle, au sud de Fabrezan. Perdue sous le diluvium de l'Orbieu, elle se retrouve dans les profondes et sauvages gorges que suit le ruisseau des Mattes, entre Argentiers et la Plage, à l'est de Montlaur, ruisseau qui sépare la montagne d'Alaric (600<sup>m</sup>) du rocher de Pechlat (434<sup>m</sup>). Le ruisseau de la Bretonne, entre Pradelles et Monze, lui doit son existence. A partir de ce dernier village, cette faille longe la base nord de la crête où sont assis les signaux de Roquemaurel (445<sup>m</sup>) et du rocher d'Arzens (389<sup>m</sup>) ; elle passe ensuite à Couffoulens, où elle détermine pendant un kilomètre de longueur le cours du Lauquet, traverse l'Aude à un kilomètre au sud-ouest de l'Origine (aqueduc alimentant les fontaines de Carcassonne). On la retrouve dans le Razès, au sud du bois de las Mounjòs et au sud de Fanjeaux, et c'est encore elle probablement qui, plus à l'ouest, détermine le cours de la Vixiége, entre la forêt de Pique-moure et Belpech. La longueur de cette brisure serait de 90 kilomètres environ.

Dans les Corbières, cette faille place au même niveau (voir la Carte, pl. III) : le trias (t) de Villerouge-la-Cremade et le garumnien (G) de Caraguilles ; le même terrain (G) au nord des Palais et le nummulitique (e<sup>1</sup>) de la rive gauche de la Nielle ; le garumnien (G) très-relevé, très-disloqué du rocher de Pechlat (pl. II, fig. 10), contre les couches du même horizon, relativement peu inclinées, qui constituent le sommet du Mont-Alaric ; à Pradelles (pl. I, fig. 1) et à Monze, le calcaire à miliolites, base du terrain nummulitique (e<sup>1</sup>) et les marnes bleues du même étage ; enfin, de Monze à Belpech, cette brisure est tout entière dans les grès de Carcassonne, c'est-à-dire dans l'éocène d'eau douce (e<sup>2</sup>) (pl. I, fig. 2 et 3). Il est très-facile de voir

sur les bords de l'Aude les couches de Preixan, inclinées de 60° au nord, buter contre celles de la Criminelle, inclinées de 30° à 40° au sud, qui plus au nord se rapprochent de l'horizontale.

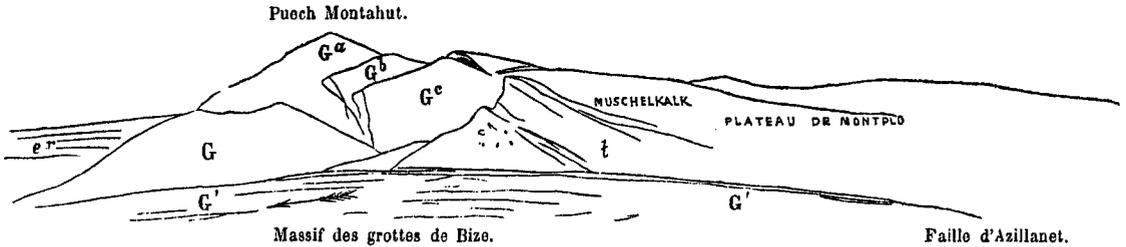
La *faille de Moux* (F<sup>19</sup>) est parallèle à la précédente ; elle doit prendre naissance près de Bizanet, pour passer ensuite au pied nord des massifs de Boutenac et de Mountpénéry, sud de Lézignan. C'est à elle que l'on doit la dépression que suit le chemin de fer de Cette à Toulouse, au bas du massif de las Vals entre Fontcouverte et Moux. C'est encore elle qui détermine le cours de l'Aude, entre Saint-Conat d'Aude et Carcassonne, à la base septentrionale du grand massif d'Alaric, et la vallée du canal, entre Carcassonne et Castelnaudary, vallée qui domine au sud le massif du Razès. C'est peut-être cette même faille qui a donné le premier trait au Col de Naurouse qui sépare les bassins océanien et méditerranéen ; la longueur de cette brisure serait, dans ce cas, de près de 100 kilomètres.

Dans sa partie orientale, cette faille met en contact (voir la Carte, pl. III) : entre Bizanet et Ornaïsons, le trias (*t*) et le miocène inférieur (*m<sup>1</sup>*), à moins que ce dernier terrain n'indique ici un ancien rivage (fig. N, page 63). A Luc et à Ornaïsons, elle permet d'étudier : contre le diluvium des bords de l'Orbieu, les couches turoniennes (C<sup>2</sup>) de Boutenac et les roches liasiques et infra-liasiques (J<sub>...</sub>, J<sub>...</sub>) de Mountpénéry ; dans la dépression entre Fontcouverte et Moux, les grès de Carcassonne et les poudingues de l'éocène d'eau douce (e<sup>2</sup>) et le terrain nummulitique (e<sup>1</sup>). Au-delà, cette faille est tout entière comprise dans la formation éocène lacustre (e<sup>3</sup>) ; mais sa lèvre sud est composée de couches très-relevées, souvent *renversées* (pl. I, fig. 1 et 2, et pl. II, fig. 10), tandis que sa lèvre nord est constituée par des couches presque horizontales. Cette brisure va ensuite s'affaiblissant peu à peu vers l'ouest, et est loin d'offrir des caractères aussi tranchés en amont de Carcassonne.

La *faille d'Azillanet* (F<sup>20</sup>) appartient à la région du Minervois. Sa direction est E.-O. ; elle sépare le massif des fameuses grottes de Bize de celui de Montplo, traverse avec la Cesse la magnifique muraille nummulitique *renversée* d'Agel, passe au bas du signal qui porte ce nom et qui est indiqué sur la Carte du Dépôt de la guerre par la cote 250. On la retrouve près de Saint-Jean de Caps, au nord des Mouleires et à Azillanet. Entre ce dernier village et la Livinière, elle longe le pied sud de la Montagne-Noire. Peut-être se poursuit-elle au-delà. Nous ne la connaissons positivement que sur 25 kilomètres environ de longueur.

Vers l'est, dans les massifs des grottes de Bize et du Roc du Cayla, la lèvre sud de cette faille est formée par les assises *normales* du garumnien et du nummulitique inclinées à l'O.-N.-O. (pl. II, fig. 4) ; tandis que sa lèvre nord est constituée par des couches *renversées* inclinées au S.-S.-E. appartenant au trias et au garumnien, couche dont le croquis ci-contre donne une idée.

Fig. P. — VUE DES TERRAINS TRIASIQUES RENVERSÉS, AU NORD DU MASSIF DES GROTTES DE BIZE, prise de ce massif.



*t*, trias renversé;  $G^1$ , Garumnien normal; *G*, Garumnien renversé;  $G^a$ , 1<sup>re</sup> assise,  $G^b$ , 2<sup>e</sup> assise,  $G^c$ , 3<sup>e</sup> assise;  $e^2$ , Calcaire à lignites, base de l'éocène lacustre.

Entre Agel, les Mouleires et Azillanet, cette même faille met en contact des couches appartenant à une seule et même formation, l'éocène d'eau douce ( $e^2$ ), mais diversement orientées et inclinées. Ainsi la lèvre nord est constituée par des grès et des argiles dirigés E.-O., tandis que la lèvre sud a ses terrains orientés N.-E. Ces directions si opposées s'observent d'une manière manifeste aux moulins à vent d'Azillanet. C'est là aussi que l'on peut voir se souder pour ainsi dire la faille d'Azillanet à celle de Roquenégade, dirigée N. 35° E. Entre Azillanet et la Livinière, les grès de Carcassonne ( $e^2$ ) sont en contact avec le terrain quaternaire.

On le voit, les Corbières et le Minervois sont sillonnés de nombreuses brisures dirigées N.-N.-E. et E.-O. (systèmes du Mont-Seny et des Pyrénées). On en observe d'autres courant N.-O. (système du Thüringerwald), notamment dans le massif de Donos; d'autres encore sont orientées N.-S. comme à Villerouge-la-Cremade, entre Treilles et Montpezat, et entre Castelmaure et Gléon.

Ce sont ces brisures, s'enchevêtrant les unes dans les autres de la façon quelquefois la plus inattendue; qui font des contrées qui viennent de nous occuper, malgré leur faible altitude, des régions intéressantes au point de vue géologique.

Il est certain pour nous que les accidents orientés O. quelques degrés N. signalés dans les Corbières et dans le Razès existent sous le miocène du bassin sous-pyrénéen. On les retrouve dans le Béarn et dans la Chalosse, là où le manteau tertiaire qui les recouvrait a été enlevé. En effet (voir la Carte, pl. III), l'îlot de transition de Montpayroux, les argiles salifères, les ophites triasiques de Dax, les lambeaux du crétacé inférieur d'Orthez et de Vinport et de la craie moyenne de Tercis sont exactement sur le prolongement des beaux accidents que nous avons reconnus dans le massif ou sur les bords du massif ancien de Monthoumet dans les Corbières.

L'étude des coupes, pl. I, II et IV, montre avec la plus grande évidence que les terrains compris entre les failles que nous venons de passer en revue dans les Pyrénées

nées et dans les Corbières, sont pliés, brisés, contournés, courbés en S gigantesques, ployés de mille manières. D'un autre côté, il ressort de l'ensemble des coupes de la planche 1 que les couches sédimentaires, vues en grand, s'inclinent vers le faite de la chaîne pyrénéenne, fait important sur lequel nous aurons à revenir.

Il ne faut pas oublier, comme nous l'avons dit déjà, que toutes les failles dans les Pyrénées et dans les Corbières se sont produites à froid, c'est-à-dire sans trace entre leurs lèvres de roches dites éruptives (granites et ophites). Leur joint est souvent rempli d'argile rouge, ferrugineuse, pisolithique (Bauxite), comme sur les bords S.-O. du plateau central de la France (1).

C'est le long de ces failles que sourdent la plupart des sources thermo-minérales des Pyrénées, et que les eaux sulfureuses sont en contact avec les terrains laurentien, cambrien et silurien ; tandis que les eaux salines séléniteuses ne se montrent que dans les terrains du calcaire carbonifère, de la craie inférieure et ophitiques. Ce fait s'explique quand on songe que ces failles mettent directement en communication l'intérieur avec l'extérieur, et que les eaux chaudes se chargent de principes minéralisateurs en rapport avec les terrains traversés.

Ajoutons enfin avec M. Lory (2) pour terminer ce qui a trait aux accidents observés dans ces montagnes :

« Dans la plupart des grands massifs de montagnes, ces deux genres de dislocations, les failles et les plissements, se trouvent réunis et combinés... Les failles continues sur de grandes longueurs se présentent généralement comme les traits primordiaux, les premiers effets de la dislocation ; le sol a été d'abord découpé par ces longues et profondes fractures en lambeaux allongés qui ont glissé les uns contre les autres... Les gradins déterminés par les failles ont joué le rôle d'appuis, d'obstacles résistants, contre lesquels les couches ont été redressées, cambrées, brisées ou refoulées en plis excessivement saillants... Étant disjointes par des cassures d'une profondeur indéfinie, les lambeaux du sol se sont prêtés à des dérangements bien plus compliqués au bord des failles que dans tout le reste de leur étendue. Aussi la trace de ces grandes fractures primitives, qui pourrait souvent être peu distincte pour un observateur peu attentif, se trouve en quelque sorte jalonnée par des bouleversements locaux très-compliqués, par des crêtes déchiquetées discontinues, à formes étranges, qui ne sont que des lambeaux de terrains détachés de l'un ou de l'autre des deux bords et pincés dans une position quelconque, souvent même écrasés, broyés entre ces deux lèvres de la faille comme entre les mâchoires d'un étau. »

On ne pouvait mieux dire, et ces paroles, inspirées au savant géologue de Gre-

(1) *Étude des formations secondaires des bords S.-O. du plateau central de la France, etc.* (Bull. Soc. d'Hist. nat. de Toulouse, t. III, p. 42 et 75 ; 1869).

(2) Les Montagnes, *Revue des Cours scientifiques*, 5<sup>e</sup> année, p. 318 ; 1868.

noble par l'étude des massifs montagneux du Jura et des Alpes, du Dauphiné et de la Savoie, se rapportent de tous points aux Pyrénées et aux Corbières.

### III. Géogénie. — Du mode de formation des montagnes.

Nous avons étudié les terrains qui constituent les Pyrénées et les Corbières, nous avons constaté le rôle *passif* du granite et de l'ophite (roches toutes deux d'origine hydro-thermale), nous avons vu se profiler sur des longueurs de 400 kilomètres d'immenses brisures linéaires, nous avons reconnu que ces brisures se sont produites *à froid*, nous avons vu les couches qui forment nos montagnes se ployer, se tordre, se courber et généralement *s'incliner vers la ligne de faite au lieu de s'incliner vers la plaine*, nous avons vu enfin les roches primordiales réapparaître en avant des Pyrénées par suite de gigantesques failles. Il est manifestement impossible d'expliquer ces faits désormais acquis en les considérant comme uniquement dus à des soulèvements.

Nous dirons donc avec Deluc, de Saussure, Constant Prévost et M. A. Favre, et surtout avec MM. Lory (1) et Ébray (2), que les montagnes sont dues à des failles immenses, linéaires, à des plissements gigantesques, à des refoulements, à des compressions énergiques, conséquence d'affaissements plus ou moins considérables, ou, si l'on veut, de gigantesques effondrements provoqués par les vides qui se formaient sous l'écorce solide, à la suite d'une contraction lente et continue du globe terrestre, déterminée par le refroidissement (3). Les nombreux faits que nous apportons aujourd'hui au débat ne laisseront plus de doutes à cet égard.

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> sér., t. XXIII, p. 492 ; 1866 ; — *Idem*, t. XXV, p. 235 ; 1867 ; — *Les Montagnes, Revue des Cours scientifiques*, 5<sup>e</sup> année, p. 343 ; 1868.

(2) *Études géologiques sur le départ. de la Nièvre*, Paris, Baillière ; 1858 à 1860 ; — *Bull. Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> sér., t. XXI, p. 293 ; 1864 ; — *Idem*, t. XXIII, p. 172 ; 1867 ; — *Idem*, t. XXIV, p. 172 et p. 404 ; 1867.

(3) A propos de cette manière de voir déjà exprimée dans un travail sur les Petites Pyrénées de l'Ariège, M. de Lapparent, dans le *Discours sur les récents progrès de la Géologie* déjà cité, dit (p. 733) :

« Nous ne savons pas très-bien ce que peut être une faille sans soulèvement : car l'une des lèvres est » nécessairement élevée par rapport à l'autre, et si l'on objecte, comme on le fait souvent, que la » cassure qui a produit cette dénivellation est le résultat d'un affaissement de la croûte terrestre, nous » demanderons comment il se fait que les régions du globe où se sont produits ces grands *affaisse-* » *ments*, comme les Vosges, les Alpes et les Pyrénées, atteignent toujours une altitude si supérieure à » celle des contrées voisines. »

Il nous serait facile de répondre à M. de Lapparent que si une bande, de 50, de 400, de 200 kilomètres de largeur par exemple, s'affaisse à une ou plusieurs reprises de 2, de 3, de 4, de 5000 mètres, cette bande constituera une partie basse, une sorte de plaine, — si l'on veut, — dominée de tous côtés par des couches non affaissées, c'est-à-dire par des montagnes.

Il faut d'ailleurs ajouter que les deux hypothèses, *soulèvements* et *affaissements*, ont été admises par M. Élie de Beaumont lui-même ; on en jugera par la citation suivante :

Déjà, en ces derniers temps, les travaux de MM. Lory et Ébray avaient éclairé la discussion d'une vive lumière en ce qui concerne le Jura, les montagnes de la Grande-Chartreuse, les Alpes du Dauphiné et de la Savoie, et les massifs du Nivernais, du Morvan et du Beaujolais ; on en jugera d'ailleurs par les citations suivantes.

Voici ce qu'écrivait notre éminent confrère, M. Lory, en 1866 (1) :

« Au point de vue de la théorie des actions orogéniques, cette partie des Alpes » (Alpes de la Savoie) confirme ce que démontrent plus clairement encore des » régions d'une étude plus facile, comme les chaînes extérieures des Alpes, le » Jura, etc... C'est que les traits fondamentaux, primordiaux, de la structure des » massifs de montagnes sont presque toujours des failles continues ou alignées sur » de très-grandes longueurs. »

Et ces mêmes considérations étaient développées avec talent par le même savant, en 1868, à la Sorbonne. Nous ne pouvons citer en entier le travail de M. Lory qu'il faut lire dans la *Revue scientifique* (2).

« Les résultats auxquels je suis parvenu — dit l'illustre géologue — relativement aux époques auxquelles plusieurs systèmes de montagnes ont reçu les traits principaux de leur forme actuelle, sont absolument indépendants de toute hypothèse relative à la manière dont ils ont reçu cette forme. En admettant mes résultats, on resterait libre à la rigueur de choisir entre l'hypothèse de Deluc, qui expliquait le redressement des couches par l'affaissement d'une partie de l'écorce du globe, et l'hypothèse généralement admise par les plus célèbres géologues de notre époque, et qui consiste à supposer que les couches secondaires qu'on trouve redressées dans les chaînes de montagnes, l'ont été par le soulèvement des masses de roches primitives qui constituent généralement leur axe central et leurs principales sommités. »

Et maintenant comment concilier les quatre dernières lignes que je viens de citer avec celles de M. de Lapparent :

« Ajoutons que c'est défigurer singulièrement la théorie des soulèvements que d'affecter de leur donner pour principes la poussée des roches éruptives, alors que dans l'esprit de son illustre auteur, cette théorie repose tout entière sur le ridement et le crevassement de l'écorce terrestre par suite de refroidissement. »

Devant cette contradiction au moins apparente entre M. Élie de Beaumont et son savant disciple, nous dirons avec Constant Prévost :

« Il faut attendre du bon esprit des géologues qu'ils ne feront plus usage du mot *soulèvement* sans en préciser le sens. » (*Loc. cit.*, pag. 202.)

En attendant, on nous permettra de dire qu'il est plus conforme aux lois de la physique, puisqu'on admet généralement le retrait par voie de refroidissement, de croire que les couches s'affaissent au lieu de se soulever. Cette hypothèse rend seule compte des faits nombreux que l'on observe dans les Pyrénées, où le plus souvent, comme nous l'avons déjà répété, les couches sédimentaires des époques de transition et secondaires butent vers la ligne de faite contre les terrains granitiques, au lieu de s'appuyer sur eux.

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> série, t. XXIII, p. 492. Rappelons que, l'un des premiers, M. Lory avait montré le grand rôle des failles dans un beau travail sur les montagnes de la Grande-Chartreuse, en 1852 (*Bull. Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> série, t. IX, p. 226, et dans la *Description géologique du Dauphiné*, Paris, Savy ; 1860).

(2) Les Montagnes, *Revue des Cours scientifiques*, déjà citée, p. 320.

D'un autre côté, M. Ébray (1), qui a notamment étudié le Morvan, le Nivernais, le Beaujolais et quelques régions des Alpes, disait : que les protubérances qui constituent ces montagnes ne proviennent pas de soulèvements, comme cela a toujours été dit, mais bien de l'influence de grandes failles dont une des lèvres est restée en saillie sur l'autre..., que les accidents orographiques du sol sont subordonnés aux nombreuses fractures qui existent, fractures dans lesquelles et autour desquelles on n'observe aucune trace de roches éruptives.

« Cette dernière circonstance m'a en outre conduit à admettre — ajoutait ce » savant — que le refroidissement et la diminution du noyau terrestre sont la seule » cause des dislocations de l'écorce, dont les lambeaux rompus ont dû s'affaisser sur » la circonférence réduite, et prendre des positions plus ou moins inclinées en rap- » port avec l'espace restreint qui leur était réservé.

» C'est dans l'analyse des failles, disait encore M. Ébray, que doit se trouver la » théorie de la formation des montagnes ; la voie est longue et aride, il est vrai, » mais les faits nouveaux confirmant les anciens, la lenteur de la marche sera com- » pensée par sa régularité. »

On le voit, le chemin était largement tracé par ces savants éminents. Notre seul mérite a été de le suivre dans les Pyrénées, dans les Corbières et sur les bords du plateau central de la France.

Ainsi que nous croyons l'avoir déjà prouvé, les Pyrénées n'ont pas été formées à une seule époque ; elles ont été disloquées et dénudées à trois reprises différentes : après les dépôts de transition, après l'époque crétacée inférieure, après la période éocène. En effet nous avons vu :

1° Que les terrains granitique et de transition (4<sup>e</sup> série) sont *concordants*, et que sur eux reposent en *discordance* les terrains de notre 3<sup>e</sup> série, qui débutent par la formation houillère proprement dite et se terminent par les dépôts crétacés inférieurs. Donc les terrains anciens avaient été disloqués et dénudés avant le dépôt des formations houillère, permienne, triasique, etc.

2° Que les couches de notre 3<sup>e</sup> série, composée des terrains houiller, permien, triasique, jurassique et crétacé inférieur, sont *concordantes* entre elles, et qu'elles sont surmontées en *discordance* par les couches détritiques de la craie cénomaniennne appartenant à notre 2<sup>e</sup> série ; ce qui nous conduit à dire qu'il y a eu entre la craie inférieure et la craie moyenne une deuxième dislocation suivie de dénudations.

3° Que les terrains de la craie moyenne et supérieure, du garumnien, de l'éocène marin et de l'éocène d'eau douce, qui forment notre 2<sup>e</sup> série, reposent les uns sur les autres en *concordance* parfaite ; que ces terrains, comme ceux qui se sont déposés antérieurement, sont très-inclinés, très-relevés, et que sur eux reposent en couches

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> série, t. XXIV, p. 474, 1867.

horizontales les terrains miocènes à *Dinotherium giganteum*, appartenant à notre 1<sup>re</sup> série. Ce qui signifie que les Pyrénées ont été disloquées et érodées une troisième fois, entre le dépôt de l'éocène d'eau douce et celui du miocène.

La coupe idéale suivante fera comprendre ce que nous venons de dire :

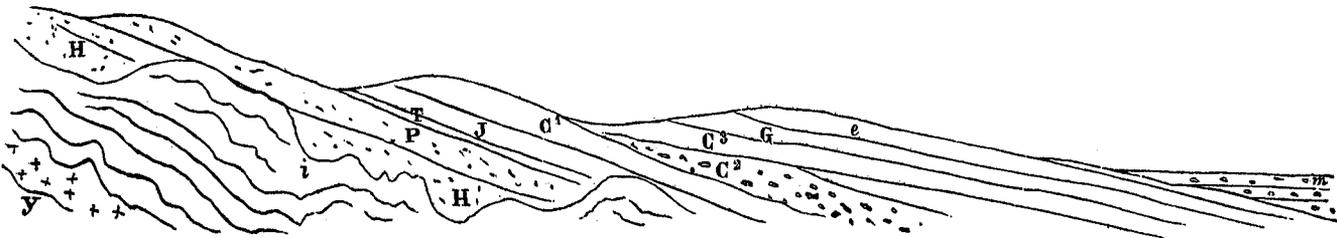


Fig. Q. — COUPE IDÉALE DES TERRAINS CONSTITUANT LES PYRÉNÉES.

y, terrain granitique; i, terrain de transition (4<sup>e</sup> série); — H, terrain houiller détritique; P, terrain permien; t, trias; J, terrain jurassique; C<sup>1</sup>, craie inférieure (3<sup>e</sup> série); — C<sup>2</sup>, craie moyenne détritique; C<sup>3</sup>, craie supérieure; G, garumnien; e, éocène (2<sup>e</sup> série); — m, miocène détritique et argileux (1<sup>re</sup> série).

Les Corbières et la petite chaîne qui unit ce massif à la Montagne-Noire, sont de formation beaucoup plus récente que les Pyrénées; elles ont d'abord été, comme celles-ci, disloquées et dénudées à trois époques différentes; de plus le terrain miocène ( $m^1$  et  $m^2$ ), qui est horizontal au pied des Pyrénées, a été, dans les Corbières comme dans les Alpes, très-relevé, plissé, demantelé et érodé. La coupe des environs de Portel et de Sijean (pl. II, fig. 6) le démontre suffisamment. Des coupes à plus grande échelle que celles de la planche II démontreraient aussi que sur ce terrain se sont déposés en discordance le miocène marin supérieur à *Ostrea crassissima* et le pliocène (marnes bleues et sables de Montpellier), formations qui à leur tour ont été un peu redressées et érodées. D'où il suit que les Corbières et le Minervois ont été disloqués et dénudés deux fois de plus que les Pyrénées, c'est-à-dire à cinq reprises différentes.

A part ces grandes dislocations, il en est d'autres qui ont dû se produire en certains lieux à la suite d'affaissements lents et de vives secousses, ce qui rend compte de la formation des brèches que renferment divers terrains, brèches stratifiées, concordantes avec les bancs environnants, ou plutôt avec les formations de transition et secondaires auxquelles elles appartiennent. Il en est d'autres encore qui ont dû se produire d'une manière presque insensible, sans secousse, par suite d'affaissements très-lents, les mers anciennes s'étant retirées peu à peu de manière à permettre :

1° Aux dépôts d'eau douce de la craie supérieure de se déposer en concordance dans la partie orientale de la chaîne sur les argiles à *Ostrea vesicularis* et à *Ananchytes ovata*; tandis que dans la partie occidentale, les dépôts marins de cet âge continuaient à se former.

2° Au garumnieu lacustre de reposer en *concordance*, d'un côté (Aude, Ariège) sur la craie supérieure d'eau douce, et de l'autre (Haute-Garonne, Hautes et Basses-Pyrénées) sur la craie marine la plus supérieure (craie sénonienne et craie de Maëstricht).

3° A la formation marine nummulitique d'atteindre sur les bords de l'Océan une épaisseur considérable, plus de 1500 mètres, tandis que cette même formation ne dépasse pas vingt mètres dans le Minervois (base de la Montagne-Noire).

4° Aux poudingues de Palassou et aux grès et argiles d'eau douce de Carcassonne à *Lophiodon* et à *Palæotherium*, de recouvrir en *concordance* le terrain nummulitique d'origine marine dans la partie orientale et centrale de la chaîne; pendant que dans la partie la plus occidentale, notamment dans la Chalosse, les sédiments marins de Gaas surmontent aussi en *concordance* le même terrain à nummulites.

IV. *Systèmes de soulèvement.* — *Les directions ne peuvent pas servir à caractériser l'âge des montagnes.*

On sait que M. Élie de Beaumont est l'auteur de la théorie *des Systèmes de montagnes* ou *des Systèmes de soulèvement*, et que ce savant a énoncé la loi suivante :

« Les chaînes de montagnes du même âge sont généralement parallèles, tandis » que les chaînes de directions différentes appartiennent à des époques distinctes. »

Les observations que nous avons pu faire dans les Pyrénées et les Corbières ne viennent pas confirmer cette règle.

On remarque en effet :

1° Que la distribution des terrains granitique et de transition dans les Pyrénées est en rapport avec les traits orographiques les plus continus (voir la Carte, pl. III), avec les grandes failles, auxquelles est coordonné le relief de cette chaîne; qu'il en est de même pour les terrains secondaire et tertiaire éocène, d'où il suit que, comme l'a dit M. Lory pour les Alpes : — « Les emplacements et les directions des principales dislocations qui ont produit le relief actuel des Pyrénées, semblent avoir été préparés de longue date. Le plan général de ces montagnes a été déterminé dans une période très-reculée, avant la période houillère proprement dite.... Les fondations de cet édifice, si l'on peut parler ainsi, étaient déjà posées de manière à en montrer les dispositions futures et les principaux alignements. La distribution des divers dépôts successifs, les dislocations qui les ont affectés ont été nécessairement coordonnés à ces premières dispositions générales. » En d'autres termes, les Pyrénées ont été ébauchées aux premières époques dans la direction où nous les voyons aujourd'hui, et ces montagnes qui ont été, nous l'avons vu, disloquées à trois reprises différentes, l'ont été dans la direction O. quelques degrés N. Il y a donc eu des directions et des accidents *récurrents*. Ce qui s'explique très-bien, quand on

songe qu'un massif doit se fracturer bien plus facilement dans le sens où il a déjà été disloqué que dans un autre, la force de résistance à vaincre étant moins grande.

2° Qu'il existe dans les Pyrénées et dans les Corbières des dislocations se rapportant sur de grandes longueurs aux *systèmes du Thüringerwald* (N.-O.) et du *Mont-Seny* (N. 34° E.), et pourtant aucune dislocation ne date de l'époque assignée à ces deux systèmes, puisque *partout* le trias et le lias sont *concordants*, si concordants qu'il ne serait pas possible de dire où l'un commence et où l'autre finit, sans la présence de la zone à *Avicula contorta*.

3° Que dans nos montagnes des couches sont souvent dirigées comme le *système du Mont-d'Or* (N. 45° E.), et cependant la *concordance* la plus manifeste existe entre les terrains jurassique et crétacé inférieur, si bien qu'il n'est pas possible de tracer d'une manière sûre une ligne de démarcation entre les couches oolithiques et néocomiennes.

4° Que les Pyrénées dirigées O. 7° N., et les Corbières orientées d'une manière bien différente, c'est-à-dire N. 34° E. (*système du Mont-Seny*), comptent parmi leurs éléments constitutifs le même terrain, le terrain éocène d'eau douce à *Lophiodon* et à *Planorbis Castrensis*, lequel a été çà et là disloqué, dénudé et recouvert en *discordance* par le miocène à *Dinotherium giganteum* (1).

5° Que le système du Mont-Seny (N. 34° E.), au lieu de dater de la fin de la période triasique, comme l'a cru M. Vézian, s'est produit en même temps que celui des Pyrénées (O. 7° N.), c'est-à-dire après l'époque éocène d'eau douce à *Lophiodon* et à *Palæotherium*.

Nous avons démontré dans un autre travail (2) que sur les bords S.-O. du plateau central de la France (Tarn, Tarn-et-Garonne, Lot et Aveyron), les accidents qui se rapportent aux *systèmes du Thüringerwald* et du *Mont-Seny*, ne se sont pas produits à la fin de la période triasique, mais en réalité après les dépôts du crétacé inférieur (3).

Ces exemples démontrent surabondamment que les directions ne peuvent servir à caractériser l'âge des montagnes; aussi répétons-nous avec M. Lory :

(1) Voyez les coupes des planches I et II, et surtout la figure 5 de la planche II qui représente le miocène (*m<sup>2</sup>*) à *Dinotherium giganteum*, du pech de Montredon, s'appuyant en *falaise* contre les couches de l'éocène d'eau douce (*e<sup>2</sup>*).

(2) Etude des formations secondaires des bords S.-O. du plateau central de la France entre les vallées de la Vère et du Lot. (*Bull. de la Soc. d'Hist. nat. de Toulouse*, t. III, p. 5; 1869.)

(3) A ce propos, il faut encore ajouter que les directions les plus diverses peuvent être trouvées dans un massif montagneux, où se croisent, comme dans les Pyrénées et comme dans les Corbières, deux ou trois systèmes (*Pyrénées, Mont-Seny, Thüringerwald*). On pourrait donc appliquer aux directions ce que M. de Lapparent disait des réactions chimiques dans son *Discours sur les récents progrès de la Géologie* : « Qu'elles se mettent trop charitablement au service de toutes les causes qui réclament leur secours. »

« Sans méconnaître la haute portée des savantes analyses de M. Élie de Beaumont, » résumées dans la *Notice sur les systèmes des montagnes*, nous ne croyons pouvoir attacher à cette expression, *système de soulèvement*, qu'un sens purement » orographique pour désigner l'ensemble des accidents, des redressements de » couches, des dislocations de tous genres, coordonnés à une même direction » moyenne, peu variable; mais nous ne saurions considérer cette direction comme » caractérisant une époque unique et particulière de dislocation (1). »

M. Ébray a démontré la nullité *des systèmes de soulèvements du Morvan et de la Côte-d'Or* (2). Nous nous croyons autorisé, nous aussi, à affirmer la nullité de ceux du *Thüringerwald et du Mont-Seny*, en tant qu'ils se rapportent à la fin de la période triasique.

#### V. *Dénudations et dépôts détritiques.*

Nous avons vu que les Pyrénées avaient été, avant de recevoir leur relief actuel, bouleversées et dénudées par trois fois, que les Corbières avaient été disloquées à cinq reprises différentes. Nous allons essayer de reconnaître la valeur des couches enlevées par les agents d'érosion, et de nous faire une idée aussi exacte que possible de la puissance des dépôts détritiques qui en ont été la conséquence.

Pour évaluer d'une manière rigoureuse l'importance des couches érodées dans les Pyrénées, il faudrait posséder des coupes *exactes* du versant méridional, c'est-à-dire du versant espagnol. Or jusqu'ici les géologues qui ont parcouru les Pyrénées espagnoles ne sont pas nombreux, et l'on ne connaissait pas assez les types des terrains pyrénéens pour pouvoir tracer d'une manière suffisante les lignes de démarcation entre ces terrains; ce que nous avons dit à propos des formations carbonifère, permienne, triasique, jurassique et crétacée inférieure, le démontre d'une manière péremptoire.

Ainsi MM. de Verneuil et de Keyserling, dans leurs coupes du versant méridional des Pyrénées (3), ont mis dans le dévonien? ce qui appartient au silurien; dans le trias ce que l'un d'eux et M. Ed. Collomb ont rangé plus tard avec raison dans le dévonien, dans le carbonifère et dans le trias (4); dans la craie sans désignation d'âge, des couches qui appartiennent au lias et à l'oolithe et aux terrains néocœmien, aptien et albien; enfin dans le groupe nummulitique (terrain nummulitique

(1) *Description géologique du Dauphiné*, p. 593.

(2) Nullité du système de soulèvement du Morvan (*Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> sér., t. XXIV, p. 717). 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 (*Soc. des Sciences indust. de Lyon*, 1867).

(3) *Bull. Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> sér., t. XVIII, p. 344, pl. vi, fig. 1 et 2; 1864.

(4) *Carte géologique de l'Espagne*, par MM. de Verneuil et Ed. Collomb.

et poudingues nummulitiques de la Carte géologique d'Espagne), tous les terrains de notre 2<sup>e</sup> série, c'est-à-dire les conglomérats et les schistes de la craie moyenne, la craie supérieure, le garumien, le terrain nummulitique et l'éocène d'eau douce.

M. Leymerie, dans une coupe de la vallée de la Sègre qu'il a donnée récemment (1), place dans le lias (L) des couches qui appartiennent à ce terrain et à l'oolithe; dans le grès vert (*g. v.*) les puissantes assises du néocomien, de l'aptien et de l'albien, enfin dans le trias (T<sup>1</sup>) de la section renversée, les puissants conglomérats de la base de la craie moyenne, c'est-à-dire le conglomérat cénomanien de *Camaraude*, qui repose en *discordance*, en Espagne comme en France, sur des lambeaux de terrains secondaires et quelquefois de transition, ainsi que nous l'avons vu notamment dans l'Ariège.

Toutefois, et afin de donner une idée de l'importance des érosions, nous avons essayé, en nous permettant de faire certaines modifications aux travaux de nos savants confrères, d'esquisser une coupe générale des Pyrénées; nous pouvons dans tous les cas en garantir l'exactitude pour le versant français. De plus nous avons tracé une coupe générale du plateau central de la France aux Pyrénées, à travers la Montagne-Noire et les Corbières, telle qu'elle résulte de nos observations personnelles entre Ansignan (Pyrénées-Orientales) et Lacaune (Tarn).

La première de ces coupes (pl. II, fig. 11) traverse les Pyrénées au centre même de la chaîne; sa direction est à peu de chose près N.-S.; elle va de Cazères sur la Garonne à Balaguer au nord de Lérida, en coupant sur le versant français les Petites Pyrénées de l'Ariège, en remontant le cours du Salat entre Saint-Girons et le Mont Rouch de France (2865<sup>m</sup>), et en suivant sur le versant espagnol le cours de la rivière de la Noguera-Pallaresa, à partir del valle de Pina.

La deuxième (pl. II, fig. 12) va des environs de Lacaune dans le Tarn, c'est-à-dire du plateau central de la France, au Roc del Tabal, limite de la France et de l'Espagne, en traversant la Montagne-Noire, la plaine du Languedoc, le Mont Alaric, les Corbières proprement dites, les chaînes de Saint-Antoine-de-Galamus et de Lesquerde, et enfin le puissant massif primordial du Col Saint-Jean, du Mont Canigou et de Prats de Mollo.

Ces deux coupes ont été construites à l'échelle de  $\frac{1}{1:100000}$  pour les longueurs et les hauteurs, afin de donner une juste idée du relief que l'on est généralement porté à exagérer, et de l'importance des masses minérales qui constituent nos montagnes.

Mais avant d'aller plus loin, il faut insister sur quelques points importants :

1<sup>o</sup> La **CONCORDANCE** des terrains qui constituent chacune de nos séries, c'est-à-dire :

La *concordance* des terrains laurentien, cambrien, silurien, dévonien et carbonifère (4<sup>e</sup> série).

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> sér., t. XXVI, p. 604, pl. v, fig. 4; 1869.

La *concordance* des terrains houiller, permien, triasique, jurassique et crétacé inférieur (3<sup>e</sup> série).

La *concordance* des terrains crétacé moyen, crétacé supérieur, garumniens, nummulitique et éocène d'eau douce (2<sup>e</sup> série).

2° La *discordance* de chacune de ces séries, les unes par rapport aux autres.

Et maintenant il suffit de jeter les yeux sur les figures 11 et 12 de la planche II, pour bien comprendre le rôle considérable qu'ont joué à diverses époques géologiques les agents d'érosion.

Nous commencerons tout d'abord par les terrains anciens.

Dans la coupe transversale des Pyrénées (fig. 11) le terrain granitoïde laurentien n'apparaît pas au faite de la chaîne; il est recouvert par le cambrien (*i*<sup>1</sup>) qui, très-plissé, se développe d'une façon magistrale sur plus de 40 kilomètres de largeur. Ce dernier terrain est recouvert sur le versant nord, comme sur le versant sud, par le silurien (*i*<sup>2</sup>), par le dévonien (*i*<sup>3</sup>) et par le carbonifère (*h*). Sachant que ces étages qui constituent notre 4<sup>e</sup> série sont tous *concordants*, il devient dès lors facile de reconstituer par la pensée, ce que nous avons essayé de faire, les terrains de transition qui recouvraient autrefois des surfaces ou ils ne sont plus, et de voir que plusieurs milliers de mètres de couches ont été enlevés par les agents d'érosion.

Si le granite laurentien est caché au faite de la chaîne par les couches cambriennes (*i*<sup>1</sup>), il apparaît dans la même coupe, par suite de failles gigantesques dont la dénivellation peut être estimée à plusieurs mille mètres, — dans les massifs de Lacourt et de Seix, — régions où le granite est surmonté en concordance par le cambrien; il sera donc facile là aussi de reconstituer les couches érodées.

La coupe du plateau central de la France aux Pyrénées (fig. 12) n'est pas moins instructive que la précédente; elle montre le terrain de transition incliné au S.-S.-E. dans la Montagne-Noire et au N.-N.-O. à Lacaune, s'appuyant partout sur les granites gneiss du laurentien; ou, ce qui revient au même, elle fait voir les pieds droits d'une immense voûte de transition qui a disparu à la suite de puissantes dénudations.

Dans les Pyrénées-Orientales, où le granite joue le grand rôle, nous dirons tout-à-l'heure pourquoi, il est moins facile d'évaluer les couches enlevées à la suite d'érosions. Nous avons cependant essayé de le faire; mais nous ne donnons ce résultat qu'avec beaucoup de doute, n'ayant pas étudié par nous-même le terrain de transition de cette région.

Quoi qu'il en soit, on voit que dans les Pyrénées comme sur le plateau central de la France, les divers étages des terrains de transition ont disparu en bien des points à la suite d'érosions, ce qui permet au granite de se montrer dans diverses régions.

Maintenant où sont, dira-t-on, les roches qui servaient de falaises aux mers laurentiennes? en d'autres termes où sont les anciens rivages? Certaines grandes

files existaient, il est vrai ; mais les terrains émergés de cette première époque étaient bien peu nombreux, la mer était presque partout. La cristallinité des roches et l'absence de corps organisés en sont presque des preuves. Sommes-nous d'ailleurs assurés qu'un géologue ait jamais foulé du pied un des bancs primordiaux, et pouvons-nous dire qu'un naturaliste ait jamais pu lire dans une des plus anciennes archives du monde ?

Les divers étages du terrain de transition au-dessus des roches granitoïdes du laurentien, c'est-à-dire les terrains cambrien, silurien, dévonien et carbonifère, peuvent être évalués à 8 ou 10,000 mètres d'épaisseur. Tous ces étages étant concordants, c'est donc 8 à 10,000 mètres de couches qui ont été enlevés en certains points du plateau central de la France et des Pyrénées par les agents d'érosion. Voici pour une première période.

Les Pyrénées et les Corbières ont été disloquées après les dépôts de transition, c'est-à-dire après la période du calcaire carbonifère, et nous avons essayé de rechercher la puissance des couches qui furent alors érodées. Ce sont les matériaux provenant de ces érosions qui constituent dans le monde entier les roches détritiques d'une nouvelle époque : les grès, les poudingues et les argiles qui formèrent les terrains houiller, permien et triasique. Au-dessus de ces roches, se déposèrent en *concordance* durant une période de calme, les puissants étages calcaires, dolomitiques et argileux du terrain jurassique et de la craie inférieure.

Il existe dans les Pyrénées et dans les Corbières quelques rares témoins des anciens rivages des mers houillère, permienne et triasique, qui ont été conservés, grâce à de gigantesques effondrements et à des failles immenses ; mais nous ne trouvons nulle part la plus petite trace des rivages jurassique et crétacé inférieur. Que sont devenus ces rivages ? On peut admettre, après un coup d'œil jeté sur nos coupes, que la majeure partie, si ce n'est la totalité des Pyrénées et des Corbières, était recouverte autrefois, comme le reste de la France (1), par les couches triasiques, jurassiques et crétacées inférieures de notre 3<sup>e</sup> série, couches parfaitement *concordantes*, que l'on retrouve de part et d'autre de la chaîne des Pyrénées et des Corbières avec les *mêmes* caractères lithologiques et paléontologiques, et que des dénudations immenses eurent lieu après le cataclysme de la fin de la période albienne, dénudations qui enlevèrent à cette époque la plus grande partie des terrains secondaires, et mirent à nu les terrains primordiaux et de transition de la chaîne pyrénéenne, des Corbières et de la Montagne-Noire.

Connaissant l'épaisseur des terrains détritiques et du groupe jurassique crétacé (4 à 5000<sup>m</sup>), nous avons pu sur les fig. 11 et 12 de la pl. II reconstituer en certains lieux les étages secondaires enlevés par érosion. Ce serait donc pour cette seconde période 4 ou 5000 mètres de couches qui auraient disparu.

(1) Voir la coupe du plateau central de la France, dans notre travail sur les formations secondaires des bords S.-O. du plateau central, etc., déjà cité.

Les immenses détritiques provenant de l'ablation de ces divers terrains formèrent dans les dépressions la base des dépôts détritiques de la craie moyenne (C<sup>2</sup>) que l'on observe dans les Corbières et de part et d'autre de la chaîne pyrénéenne, que l'on observe presque partout, avons-nous dit ailleurs (1); c'est-à-dire le *conglomérat de Camarade* et les schistes à fucoïdes à dalles gréseuses du cénomaniens. Puis les Pyrénées, s'affaissant peu à peu, furent recouvertes en majeure partie par les dépôts gréseux et calcaires des terrains de la craie supérieure, du garumnien, et enfin par les couches de l'éocène, qui constituent notre 2<sup>e</sup> série.

C'est après la formation de ces terrains que se produisirent d'un bout à l'autre des Pyrénées et des deux côtés, d'immenses effondrements, ou si l'on veut, des affaissements linéaires de plusieurs mille mètres de profondeur, qui sont parfaitement mis en évidence sur la fig. 11 de la pl. II, et qui correspondent sur le versant nord à la faille de l'Arize (F<sup>3</sup>), et sur le versant méridional à la faille de Collogato. Les terrains de notre deuxième série (craie moyenne et supérieure, garumnien et éocène) furent alors en bien des points, surtout dans les parties non affaissées, complètement balayés, c'est-à-dire que 4 à 5000 mètres de couches, qui représentent cette troisième période, furent enlevés par les agents d'érosion, sans y comprendre, bien entendu, les terrains plus anciens érodés de nouveau. (Il est curieux de voir (fig. 12) que, dans les Basses-Corbières, le mont Alarie s'élevait autrefois à plus de deux mille mètres au-dessus du niveau de la mer, et qu'entre Cazères sur la Garonne et Saint-Girons (fig. 11), les petites montagnes de l'Ariège, qui ne dépassent pas aujourd'hui 600 mètres, atteignaient près de 3000 mètres de hauteur.)

Ces couches enlevées aux Pyrénées et aux Corbières formèrent à leur tour au pied des montagnes dans d'immenses lacs, plus grands peut-être que ceux de l'Amérique du Nord, des dépôts d'une puissance énorme qui constituent aujourd'hui le terrain miocène des bassins de l'Èbre et de la Garonne.

On peut dire que ce sont les roches détritiques de divers âges (les poudingues, les grès et les argiles des époques houillère, permienne et triasique; les conglomérats et les grès de la craie cénomaniens et turonienne; les poudingues de Palassou et les grès de Carcassonne de l'éocène supérieur; les conglomérats incohérents, les marnes et les sables du terrain miocène) qui sont les meilleurs témoins que l'on puisse invoquer pour soutenir que les Pyrénées et les Corbières étaient autrefois bien plus élevées qu'aujourd'hui, pour prouver que leurs cimes ont été démantelées, pour oser dire qu'elles dépassaient en hauteur les sommets de l'Himalaya.

Il est encore d'autres témoins qui affirment la vérité de notre opinion: ce sont les terrains créacé moyen, créacé supérieur, garumnien et éocène qui existent au sommet des Pyrénées en couches *horizontales* ou *presque horizontales*, et qui consti-

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> sér., t. XXV, p. 718; 1868.

tuent, à la limite de la France et de l'Espagne, le cirque de Troumouse, ses crêtes (3150<sup>m</sup>) et les Deux Sœurs, les cimes du Mont Perdu, l'un des géants de nos montagnes (3352<sup>m</sup>), le Cylindre (3327<sup>m</sup>), le fameux Cirque de Gavarnie, les Tours du Marboré (2938<sup>m</sup>), le Casque (3006<sup>m</sup>), la Brèche de Roland, le Vignemale (3246<sup>m</sup>), les pics de Bas-Laitouse (3146<sup>m</sup>), de Soques (2713<sup>m</sup>) et de Mahourat (2440<sup>m</sup>), les montagnes de Santa-Cristina, les pics d'Anie (2504<sup>m</sup>) et d'Orby (2017<sup>m</sup>); et sur le versant nord français, à 15 kilomètres de la crête frontière, le pic du Ger près des Eaux-Bonnes (2612<sup>m</sup>), le pic d'Arcizette (2390<sup>m</sup>), le plateau de Cézy (2190<sup>m</sup>) et les environs des Eaux-Chaudes. Pourquoi ces terrains qui occupent le faite des Pyrénées ou le haut massif du Ger, ne se rencontrent-ils pas dans les montagnes du 2<sup>e</sup> ordre? S'ils n'apparaissent que dans les montagnes de 3<sup>e</sup> ordre et dans la plaine, c'est qu'ils ont été enlevés, — comme nous l'avons indiqué sur les fig. 11 et 12, — par les agents d'érosion, les parties affaissées seules ayant été plus ou moins préservées de la dénudation.

On le voit, ce sont des milliers de mètres de couches qui ont été enlevés à diverses époques géologiques par les agents d'érosion (1), c'est-à-dire les agents atmosphériques, aidés sans doute par des déplacements alternatifs de mers anciennes à la suite de dislocations gigantesques, de plissements immenses, de failles d'une profondeur considérable.

Depuis que les dépôts du miocène inférieur et moyen se sont formés au pied des Pyrénées, ces terrains, quoique horizontaux au pied de ces montagnes, ont été fortement dénudés. Dans les Corbières, où ces mêmes dépôts sont relevés et courbés, ils ont été beaucoup plus érodés (pl. II, fig. 6). Ce qui d'ailleurs se comprend très-facilement, ce sont ces terrains miocènes inférieur et moyen qui, avec des roches plus anciennes, ont formé les sédiments marins du miocène supérieur à *Ostrea crassissima* et des sables et marnes pliocènes.

Et aujourd'hui encore, ces derniers sédiments, quoique en couches sub-horizontales dans les Corbières et horizontales dans le bassin sous-pyrénéen, sont continuellement dénudés (2); les immenses moraines latérales, profondes et frontales, des anciens glaciers du commencement de la période quaternaire, ont disparu en partie par érosion, et disparaîtront sans doute un jour d'une manière complète; les alluvions quaternaires des plateaux et des terrasses subissent la même loi; les dépôts de provenances si diverses ajoutés aux débris des terrains plus anciens de nos

(1) Voir aussi notre travail sur les formations secondaires des bords S.-O. du plateau central de la France, où nous avons démontré que 1600 mètres de couches appartenant à une seule et même période, ont été enlevés par les agents d'érosion dans la forêt de la Grésigne, presque dans les plaines du Tarn.

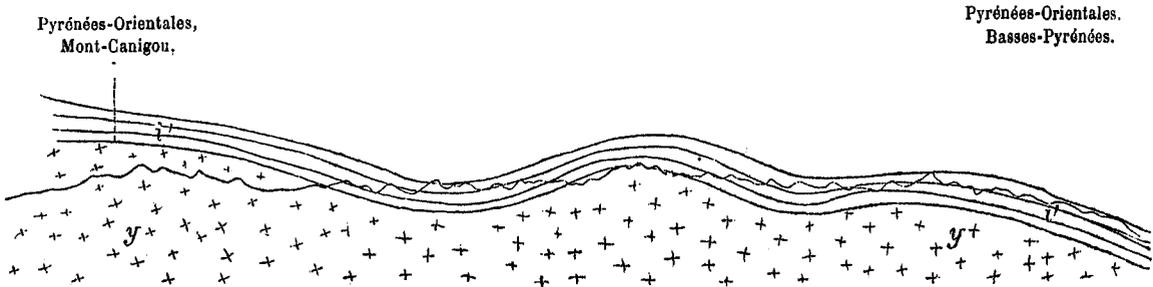
(2) On trouve dans les Basses-Corbières (pl. II, fig. 5), des témoins du miocène supérieur à *Ostrea crassissima* à 149 mètres au-dessus de la plaine.

montagnes, forment de nos jours les limons et les sables qui constituent, dans la Méditerranée et dans l'Océan, les couches marines de l'époque actuelle.

*Le fil des opérations n'est point rompu*, comme le croyait Cuvier. Des terrains se détruisent et d'autres sont en voie de formation ; mais la nature ne compte pas avec le temps.

Lyell n'a-t-il pas prouvé que le dépôt alluvien du delta du Mississipi avait dû exiger plus de 100,000 ans pour se former? Il a fallu sans doute des millions de siècles pour produire les dépôts de l'époque tertiaire, et que n'a-t-il pas fallu pour que les 15,000 mètres de couches qui composent les terrains secondaires et de transition aient pu se former au fond des eaux?

Nous terminerons ce qui a trait à ce sujet en disant que les Pyrénées ont été beaucoup plus dénudées du côté de l'Orient que du côté de l'Occident. Un coup d'œil jeté sur notre carte montre en effet que le granite joue un rôle immense dans les Pyrénées-Orientales, rôle qui va s'amointrissant quand on va vers l'ouest ; si bien que dans les Pyrénées Basses, le granite n'apparaît que dans le massif d'Hasparren au nord de la *faille de l'Arize*. Partout ailleurs, dans cette région occidentale, il est recouvert par les terrains de transition. Tout s'explique très-bien par des plissements et un affaissement vers l'ouest. Le diagramme suivant fera comprendre notre pensée :



**Coupe Q. — COUPE IDÉALE DES TERRAINS GRANITIQUE ET DE TRANSITION POUR MONTRER LE GRAND RÔLE DES DÉNUDATIONS DANS LA PARTIE ORIENTALE DES PYRÉNÉES.**

*y*, granite ; *i*, terrain de transition.

D'un autre côté, on remarquera sur l'*Essai de la carte géologique*, que les terrains de notre 2<sup>e</sup> série (craie moyenne, craie supérieure, tertiaire, éocène), ne se montrent au faite de la chaîne que dans les Hautes et Basses-Pyrénées. Ils devaient exister autrefois dans la partie orientale des Pyrénées ; mais ils ont dû disparaître par érosion.

En résumé, comme nous l'avons dit dans notre travail sur les Petites Pyrénées de l'Ariège (*loc. cit.*, p. 721 et 722).

« On le voit, partout failles, presque partout renversements de couches, partout dénudations, et le long de ces failles, qui mettent en communication directe l'inté-

rieur avec l'extérieur, sourdent les eaux thermales des Pyrénées, des Alpes et des Cévennes.

» Si maintenant nous recherchons la cause de ces accidents, à l'exemple de savants éminents, nous la trouvons dans la diminution du noyau terrestre par suite du refroidissement; des vides se forment, des couches solides s'affaissent pour les combler; elles se plissent pour se loger dans un espace plus restreint, des failles se produisent, dont une des lèvres reste en saillie sur l'autre. Voilà l'origine des montagnes. Puis des dénudations ont lieu, de nouveaux terrains se déposent, qui sont à leur tour disloqués et démantelés. C'est ainsi que la nature continue son œuvre, et que se forment les roches détritiques si abondantes partout. C'est d'une grande simplicité et en rapport direct avec l'observation. »

---

### CONCLUSIONS.

Les conclusions de ce mémoire resteront les mêmes que celles que nous avons énoncées il y a deux ans :

Les Pyrénées et les Corbières rentrent dans la loi commune; les terrains y sont constitués comme partout.

Les ophites (diorites) sont des roches essentiellement passives.

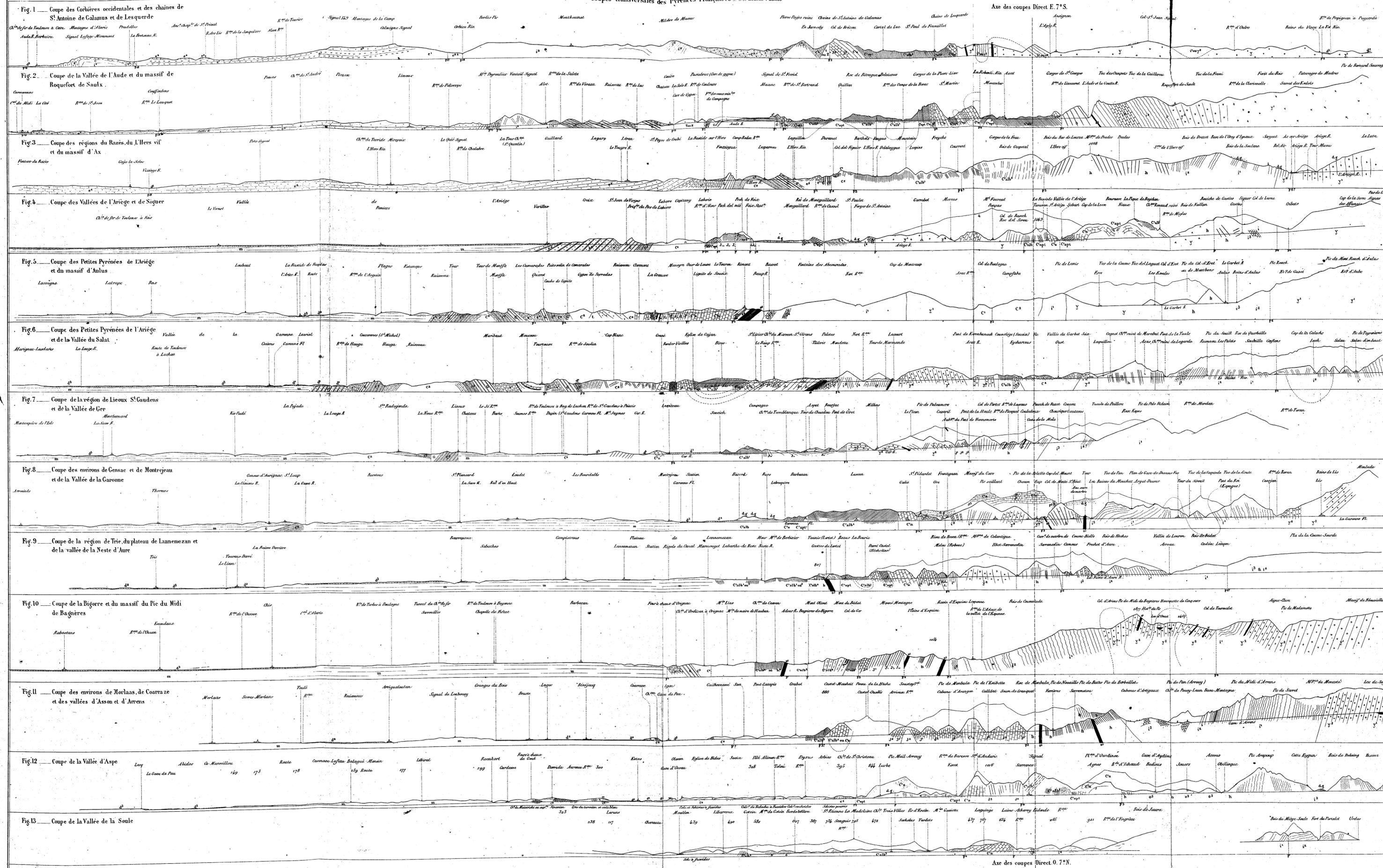
Les Pyrénées et les Corbières doivent leur relief à des failles immenses, linéaires, provoquées par de gigantesques effondrements des contrées avoisinantes, et non à des soulèvements, comme on le pense généralement.

Les failles se sont produites à froid.

Les directions ne peuvent pas servir à caractériser l'âge des montagnes.

Les Pyrénées et les Corbières ont été disloquées et dénudées sur une vaste échelle à diverses époques géologiques.

Coupes transversales des Pyrénées Françaises — Echelle : 80,000



Dessiné par L. Walther, R. Cap. Lascaris, G. Fournier.

Imp. Rouquet, Paris.

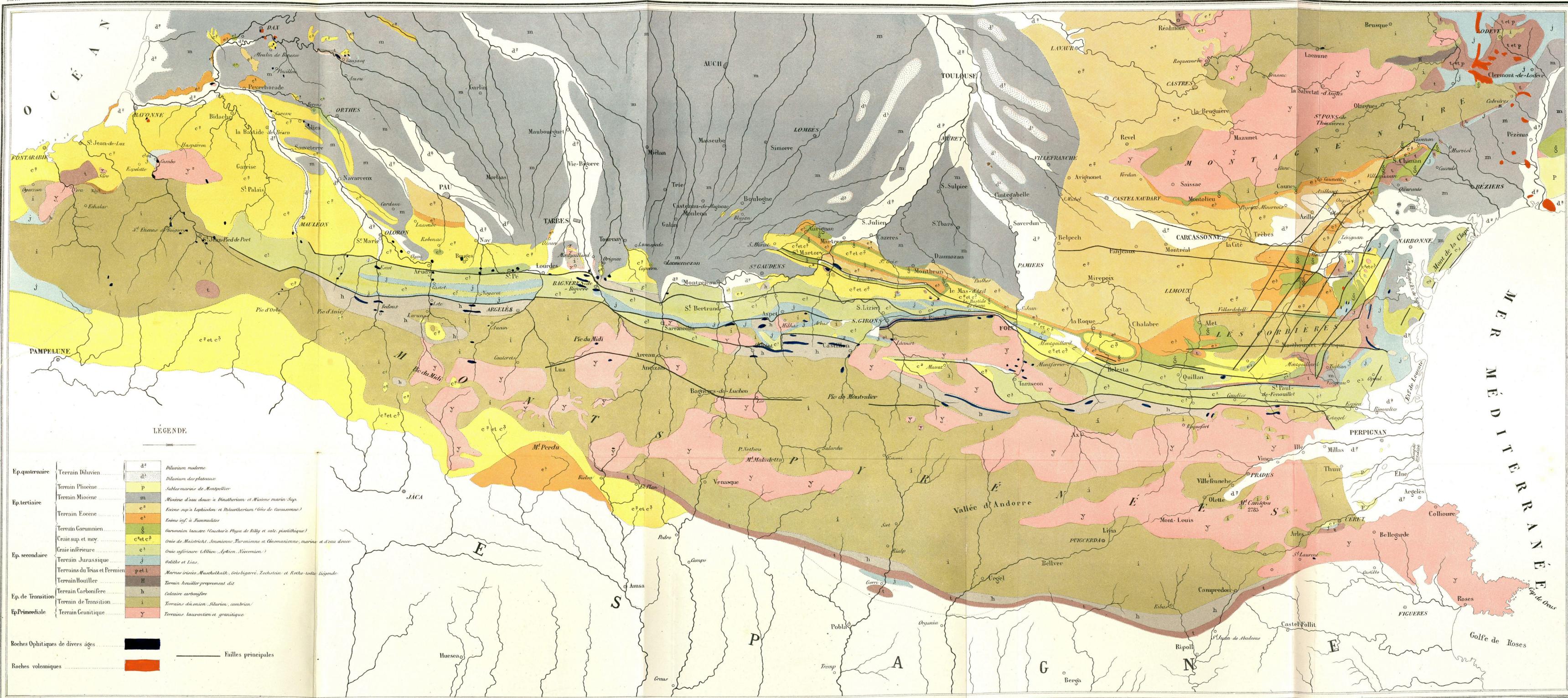


# ESSAI D'UNE CARTE GÉOLOGIQUE DES PYRÉNÉES ET DES CORBIÈRES

Mém. N° I.  
Pl. III.

Mém. de la Soc. Géol. de France.

2<sup>e</sup> Série. T. X. Pl.

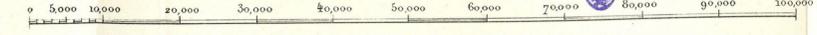


## LEGENDE

Ep. quaternaire	Terrain Diluvien	d <sup>2</sup>	Diluvium moderne
		d <sup>1</sup>	Diluvium des plateaux
	Terrain Pliocène	p	Sables marins de Montpellier
	Terrain Miocène	m	Miocène d'eau douce à Dinotherium et Miocène marin sup.
Ep. tertiaire		e <sup>2</sup>	Ère sup. à Lophiodon et Hyaenotherium (Gir de Caracosse)
	Terrain Eocène	e <sup>1</sup>	Ère inf. à Summitia
	Terrain Coranien	c	Coranien lacustre (Cocher's Phos de Billy et cat. pistachique)
	Craie sup. et moy.	c <sup>2</sup> et c <sup>3</sup>	Craie de Maestricht, Senonienne Turonienne et Cénomane, marine et d'eau douce
	Craie inférieure	c <sup>1</sup>	Craie inférieure (Albion, Aptien, Néocomien)
Ep. secondaire	Terrain Jurassique	j	Bolète et Lias
	Terrains du Trias et Permien	p et t	Marnes triasiques Muschelkalk, Grès bigarré, Zechstein et Roth-touf ligende
	Terrain Houiller	h	Terrain houiller proprement dit
Ep. de Transition	Terrain Carbonifère	h	Calcaire carbonifère
	Terrain de Transition	i	Terrains dévoniens, Silurien, cambrien
Ep. Primordiale	Terrain Granitique	y	Terrains laurontien et granitique

Roches Ophiatiques de divers âges ———— Failles principales  
 Roches volcaniques ————

## Echelle



Gravé par L. Wührer et C<sup>o</sup> R. Gay-Lussac, 52.

Imp. Bequet.

### Coupes transversales des petites Pyrénées de l'Ariège — Echelle : 80 000

Fig. 1 — Coupe de Mont-Constans à Baragne.

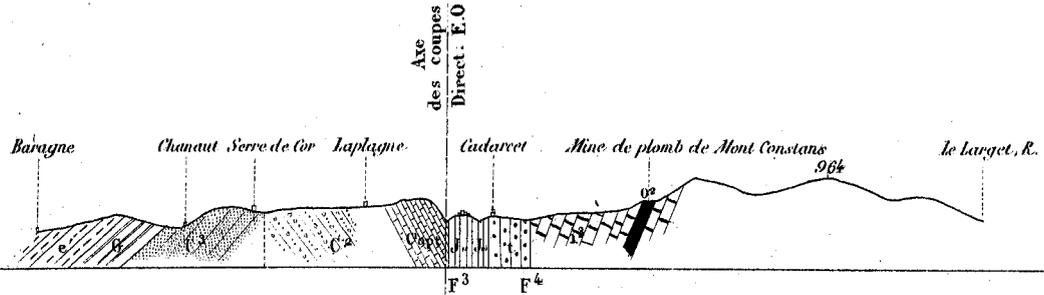


Fig. 2 — Coupe de Cap del Sarrou de Fount-Clare à Gabre.

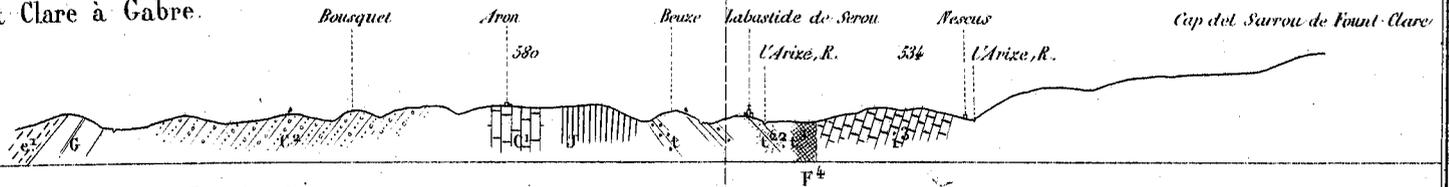


Fig. 3 — Coupe de Sabart à Rieubach

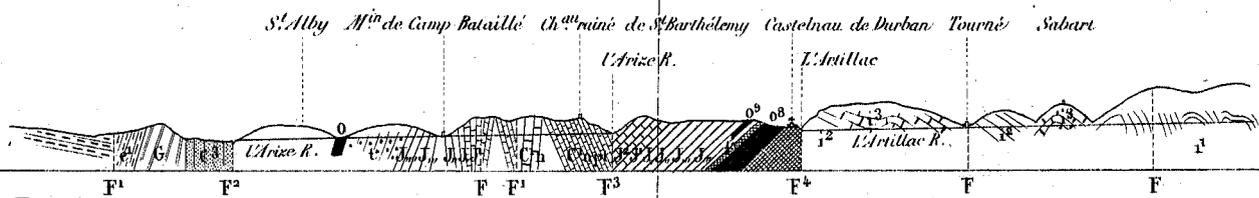


Fig. 4 — Coupe de la Fontaine des Abeourados à Quérot

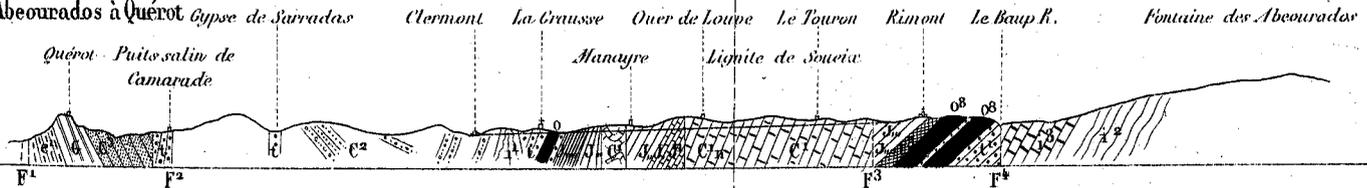


Fig. 5 — Coupe de Riverenert à Mèrigon

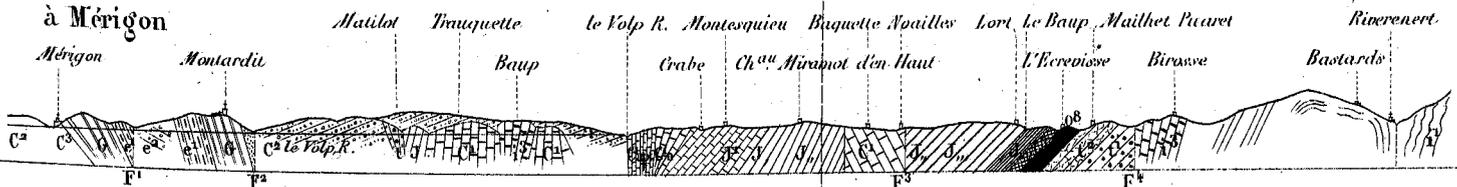


Fig. 6 — Coupe de Segalas à Lasserre

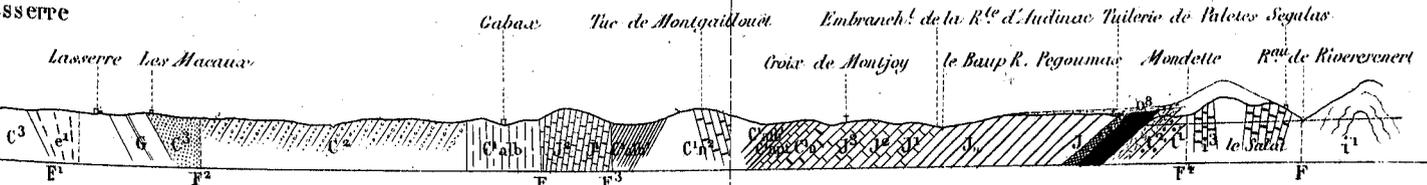


Fig. 7 — Coupe de Plan de Vielle à Tourtouse

