

No D'ORDRE
181.

H. F. n. f. 168 (III, 8.)
THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS-SCIENCES NATURELLES

Par M. Joseph DELBOS,

Préparateur d'Histoire naturelle à la Faculté des sciences de Bordeaux.

THÈSE DE GÉOLOGIE. ESSAI D'UNE DESCRIPTION GÉOLOGIQUE DU BASSIN DE
L'ADOUR, SUIVI DE CONSIDÉRATIONS SUR L'ÂGE ET
LE CLASSEMENT DES TERRAINS NUMMULITIQUES.
— **BOTANIQUE.** RECHERCHES SUR LE MODE DE RÉPARTITION DES
VÉGÉTAUX DANS LE DÉPARTEMENT DE LA GIRONDE.

Soutenues le ¹ *Decembre* ~~4~~ **Novembre 1854**, devant la Commission
d'examen.

MM. CONSTANT PRÉVOST, *Président.*

GEOFFROY-ST-HILAIRE . |
PAYER . | *Examinateurs.*

BORDEAUX

IMPRIMERIE DES OUVRIERS-ASSOCIÉS,

Rue du Parlement Ste-Catherine, 49 (MÉTREAU, tit.)

1854.

ACADÉMIE DÉP^{LE} DE LA SEINE.

FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS.

DOYEN	MILNE EDWARDS, Professeur..	Zoologie, Anatomie, Physio- logie
PROFESSEURS HONORAIRES	{ Le baron THÉNARD. BIOT. PONCELET.	
PROFESSEURS	CONSTANT PRÉVOST	Géologie.
	DUMAS	Chimie.
	DESPRETZ	Physique.
	STURM	Mécanique.
	DELAFOSSÉ	Minéralogie.
	BALARD	Chimie.
	LEFÈBURE DE FOURCY	Calcul différentiel et intégral.
	CHASLES	Géométrie supérieure.
	LE VERRIER	Astronomie physique.
	DUHAMEL	Algèbre supérieure.
	CAUCHY	Astronomie mathématique et Mécanique céleste.
	GEOFFROY-SAINT-HILAIRE	Anatomie, Physiologie compa- rée et Zoologie.
	LAMÉ	Calcul des probabilités, Physi- que mathématique.
	DELAUNAY	Mécanique physique.
	PAYER	Botanique.
C. BERNARD	Physiologie générale.	
P. DESAINS	Physique.	
AGRÉGÉS	MASSON	{ Sciences physiques.
	PÉLIGOT	
	BERTRAND	{ Sciences mathématiques.
	J. VIEILLE	
	DUCHARTRE	Sciences naturelles.
SECRETÁIRE	E. P. REYNIER.	

THÈSE DE GÉOLOGIE.

ESSAI D'UNE DESCRIPTION GÉOLOGIQUE DU BASSIN DE L'ADOUR,

SUIVI DE CONSIDÉRATIONS

Sur l'âge et le classement des terrains Nummulitiques :

PAR J. DELBOS.

PREMIÈRE PARTIE.

Description géologique du Bassin de l'Adour.

INTRODUCTION.

Dans cette vaste région de plaines qui forme presque toute la partie austro-occidentale de la France, et qui a reçu les noms d'*Aquitaine* ou de *Bassin du Sud-Ouest*, se trouve enclavé un bassin hydrographique d'importance secondaire, formé par la réunion de tous les cours d'eau, issus pour la plupart des Pyrénées, qui vont se déverser dans l'Océan par une embouchure commune près de laquelle est située la ville de Bayonne. Ce bassin est désigné sous le nom de *Bassin de l'Adour*.

Pris dans toute l'acception hydrographique de ces mots, le Bassin de l'Adour occupe une superficie de 1,700,000 hectares, c'est-à-dire égale en étendue à un peu moins du cinquième du bassin de la Gironde. Sa forme approche sensiblement de celle d'un trapèze dont la plus large base formerait la limite orientale. Il comprend le département entier

des Basses-Pyrénées, une grande partie de celui des Landes, environ le quart de celui du Gers, et les trois cinquièmes de celui des Hautes-Pyrénées. Ses limites sont naturellement formées, à l'O., par l'Océan; au S., par les Pyrénées; à l'E., par la ligne de partage des eaux qui se rendent dans la Garonne d'une part, et de celles qui vont se réunir à l'Adour de l'autre, ligne qui marche à-peu-près parallèlement au cours de la Baïse; enfin, au N., par la ligne de séparation des affluents de l'Adour et de ceux de la Leyre qui forme, elle aussi, un petit bassin séparé dont les eaux se rendent directement dans l'Océan, mais qui est d'une trop faible importance pour qu'on puisse l'isoler de celui de la Gironde.

Ainsi limité, le bassin de l'Adour présente sans doute un ensemble assez nettement circonscrit au point de vue hydrographique, mais il n'en est pas de même sous le rapport orographique. Aucun relief, aucun accident un peu notable du sol ne le sépare du bassin de la Gironde, et, comme par sa constitution géologique il ne forme pas non plus un tout distinct, et qu'il n'est au contraire qu'une dépendance d'une région beaucoup plus étendue, on conçoit que presque tous les auteurs qui se sont occupés de la division de la France en régions naturelles, l'aient réuni au grand ensemble de l'Aquitaine, de même que l'on a réuni le bassin de la Somme à celui de la Seine.

En 1846, lorsque je fus parvenu à me faire sur la succession des terrains dans le département de la Gironde une opinion qui me parut fondée, je voulus savoir comment ces terrains étaient représentés sur le versant opposé du bassin géologique, au-delà de la vaste nappe de sable qui couvre à-peu-près tout, des environs de Bordeaux à l'Adour. Une notice, publiée dans le Bulletin de la Société géologique de France, fut le résultat d'un premier voyage dans lequel je parcourus presque toute la Chalosse, et qui n'avait eu d'autre but, dans l'origine, que de reconnaître les différentes assises qui entrent dans la composition du sol de cette contrée, puis de déterminer leur ordre de superposition. Ayant reconnu ainsi l'intérêt particulier que présentait cette région pour l'histoire générale du sol de l'Aquitaine, je me décidai à l'étudier plus complètement et sur une plus grande échelle; deux nouveaux voyages me permirent de lever sur les relations de certaines assises quelques incertitudes que j'avais laissé subsister dans ma première communication, de corriger quelques erreurs qui m'avaient échappé, enfin de relever assez exactement les limites superficielles des terrains pour tracer une carte, sinon très-détaillée, du moins suffisante pour donner une idée de la constitution géognostique du pays.

La région que j'ai parcourue et que je vais essayer de décrire, est loin de comprendre la totalité du bassin hydrographique de l'Adour

tel que je l'ai limité plus haut. Tout au plus embrasse-t-elle la moitié de sa superficie, et cependant cet espace offre peut-être à lui seul plus d'intérêt que tout le reste du pays laissé de côté, par la diversité des terrains qui entrent dans sa composition, aussi bien que par la complication et les accidents nombreux qu'il présente dans sa structure stratigraphique. Si l'on considère que, d'une part, les Pyrénées jusqu'au pied desquelles j'ai poussé mes investigations, constituent une région très-distincte des plaines qu'elles dominent au Midi, que d'un autre côté, vers l'E., tous les terrains inférieurs s'enfoncent sous un épais manteau de molasses et de formations meubles qui se rapportent tout au plus aux deux ou trois assises les plus récentes des terrains tertiaires, qu'enfin, au N., tous les dépôts disparaissent à-peu-près sous le sable des Landes, on sera disposé à admettre que le pays compris dans ce travail, bien que n'étant pas limité d'une manière rigoureusement naturelle, constitue cependant un ensemble géognostique assez complet.

CONFIGURATION ET ASPECT DU PAYS, RÉGIONS NATURELLES.

Le pays dont la description fera l'objet de ce travail présente grossièrement, dans son pourtour, la forme d'un fer de flèche dont la pointe tronquée se trouverait comprise entre Guethary et Cap-Breton. Ses limites sont : au N. une ligne un peu concave dirigée du sud-ouest au nord-est, de Cap-Breton à Saint-Avit ; à l'E. une ligne rentrante, partant de Saint-Avit et se dirigeant vers Coudures, Sault-de-Navailles, Arthèz, puis remontant le cours du Gave jusqu'à Pau, et allant rejoindre Arudy, en passant un peu à l'ouest de Bruzes ; au Midi, la ligne de limite part d'Arudy et se dirige vers Oleron, Mauléon, Sauveterre, Louhossoa et Espelette, pour aller se terminer à Guethary. Le bord occidental est naturellement formé par l'Océan, de Guethary à Cap-Breton. — L'espace circonscrit par ces lignes se trouve donc compris moitié dans le département des Landes, moitié dans celui des Basses-Pyrénées.

Deux grandes vallées principales, arrosées, l'une par l'Adour, l'autre par le Gave de Pau, le divisent en trois régions connues sous les noms de *Marensin*, de *Chalosse* et de *Béarn*, qui présentent des caractères singulièrement tranchés et dans leur aspect et dans leur constitution géognostique. Mon intention n'est point de décrire ici en détail l'orographie de ces régions, la direction et l'importance des cours d'eau qui les arrosent, la largeur de leurs vallées, etc.... ; ce sujet a

été traité par M. Raulin ⁽¹⁾ d'une manière amplement suffisante pour le but que je me propose. Ce qu'il importe d'exposer ici, c'est la physiologie particulière qui caractérise chacune des trois grandes divisions formées par le Gave et l'Adour, et d'indiquer d'une manière succincte les particularités orographiques qu'elles présentent, et pour lesquelles, du reste, j'emprunterai les cotes de hauteurs à la *Description géométrique* de la France de M. Puissant, aux listes contenues dans *Patria*, à celles de l'*Annuaire du Bureau des longitudes*, enfin au *Nivellement barométrique de l'Aquitaine* de M. Raulin.

— La région désignée sous le nom de *Marensin* est située au nord de l'Adour, et se présente sous l'aspect d'une plaine fort unie dont la surface, élevée de 113 mètres au sud de Mont-de-Marsan, s'abaisse insensiblement vers l'O. jusqu'au niveau de l'Océan, dont elle est séparée par la chaîne des dunes. Elle est arrosée, au-dessus de Mont-de-Marsan, par deux cours d'eau principaux, le Midou et la Douze, qui se réunissent pour former la Midouze. Toute cette étendue de pays est une dépendance des Landes proprement dites; le sol en est généralement aride et occupé par de vastes étendues de bruyères et de bois de pins; les abords des cours d'eau sont généralement fertiles, surtout lorsque les formations calcaires apparaissent dans leur lit.

Comme on le voit, le Marensin est constitué presque entièrement par le sable des Landes, au-dessous duquel affleurent, sur quelques points et au voisinage des cours d'eau, les assises les plus modernes des terrains tertiaires. Ce n'est que dans la partie resserrée comprise entre l'Adour et l'Océan, en approchant de Bayonne, que l'on voit apparaître des terrains plus anciens. — Les traits principaux qui caractérisent cette région sont donc l'uniformité de sa surface, le peu de profondeur de ses vallées et la constitution presque exclusivement sablonneuse de son sol, cause première de cet aspect d'aridité si frappant dans les Grandes-Landes.

— La section comprise entre l'Adour et le Gave de Pau, et qui porte le nom de *Chalosse*, présente un contraste remarquable avec le Marensin. — Vue de la plaine des Landes, elle offre l'aspect d'un massif montueux, s'élevant assez brusquement au-dessus du pays plat qui le confine au N., et festonné par plusieurs échancrures considérables dont le sol se continue de niveau avec la plaine. Ces échancrures sont séparées les unes des autres par des promontoires élevés dont le front, ordinairement assez abrupte, domine les plaines du Marensin d'une manière remarquable. Ces *avances* des côteaux se

(1) *Nivellement barométrique de l'Aquitaine*. — (Actes de l'Académie de Bordeaux, 1850.)

succèdent de Dax à Saint-Sever, sur la rive gauche de l'Adour, et vont en s'élevant généralement de l'O. à l'E. : ce sont le Pouy d'Euse, près de Dax (42 mètres), le Tuc du Saumon, près Louer, et les hauteurs de Mugron (105 mètres), Montaut (118 mètres) et Saint-Sever (102 mètres).

La partie centrale de la Chalosse offre une particularité orographique remarquable qui n'a pas échappé à l'attention de M. Raulin (*Vivèlement barom.* p. 69). Elle est occupée par un plateau aride et sablonneux, allongé du S.-E. au N.-E., qui va se terminer vers les hauteurs de Gâas, et sur lequel sont situés les territoires de Sault-de-Navailles, Tilh, Amon, Pomarès et Habais. — Un autre plateau à-peu-près semblable commence aux environs de Tercis, sur les bords de l'Adour, et se continue à l'E., en passant au nord de Dax, pour aller se terminer à Poyartin et Gamarde, comprenant ainsi les communes de Seyresse, Narrosse, Hinx. Sort, etc. — Enfin, un troisième plateau, dont l'extrémité seulement pénètre dans le pays qui nous occupe, part du S.-S.-E., se dirige au N.-N.-O., et renferme Samadet, Aubaignan et Coudures, tandis qu'une de ses ramifications se dirige vers Hagetmau, Saint-Cricq et Caupenne, dans la direction de Montfort. — Le premier et le dernier de ces plateaux ne sont du reste, comme l'a fait voir M. Raulin, que des dépendances d'une même surface qui naît plus à l'E., et qui envoie ainsi des ramifications dans divers sens.

En raison de cette disposition orographique, la Chalosse présente dans sa partie centrale, et aussi au sud de Dax et au sud-est de Saint-Sever, des surfaces comparativement assez unies, dont le sol sablonneux rappelle singulièrement l'aspect du Marensin, et nourrit, comme cette dernière région, une végétation assez maigre, entremêlée çà et là de landes couvertes de bruyères et d'ajoncs. En dehors de ces plateaux stériles, le pays est coupé au contraire par des vallons nombreux; sa surface devient accidentée, montueuse, et rappelle tout-à-fait l'Entre-deux-Mers du département de la Gironde.

Considérée sous le rapport hydrographique, la Chalosse est partagée en quatre divisions secondaires par trois cours d'eau assez considérables, qui coulent en moyenne du S.-S.-E. au N.-N.-O. Ce sont : le Gabas, qui vient se réunir à l'Adour en amont de Mugron; le Louts, qui a son embouchure près de Préchacq, et le Luy, qui a la sienne non loin de Tercis. Ce dernier est formé lui-même par deux affluents, le Luy de France et le Luy de Béarn, qui se réunissent près de Bastennes.

La Chalosse présente une grande complication dans sa composition géognostique, et réunit une grande diversité de terrains sur un petit

espace. Formée par le sable des Landes et le diluvium caillouteux sur les hauteurs et sur les plateaux, elle offre un massif de terrain primitif près de Benesse; les terrains crétacés, nummulitiques, miocènes et pliocènes y occupent des surfaces plus ou moins étendues, et dont la description prendra place dans la suite de ce travail.

— La troisième région naturelle, située au sud du Gave de Pau, porte le nom de *Béarn*. Elle offre une surface très-montueuse qui se relève sensiblement vers les Pyrénées, et qui possède en outre une inclinaison plus faible vers le N.-O. Elle atteint une hauteur de plus de 400 mètres aux environs de Rébenac. Elle est partagée en plusieurs massifs montueux par des vallées profondes dirigées généralement du S.-E. au N.-O., et parcourues par des cours d'eau dont les plus considérables sont la Nive et le Gave d'Oleron, qui reçoit lui-même le Gave de Mauléon, près de Sauveterre. — En outre des sections principales formées par ces grandes coupures naturelles, il en existe un certain nombre de plus petites séparées par les vallées arrosées par des affluents moins importants, tels que la Joyeuse et la Bidouze, qui se rendent dans l'Adour, etc. Ces diverses vallées acquièrent quelquefois une assez grande largeur, comme celle du Gave à Oleron et à Navarreins, où elle atteint trois ou quatre kilomètres.

Dans la partie méridionale, les côteaux du Béarn sont constitués généralement par les terrains crétacés anciens. Les terrains nummulitiques forment, de Bayonne à Sordes, une bande allongée dans le sens de la vallée de l'Adour et du Gave de Pau, dont ils s'écartent peu. Les terrains meubles caillouteux, ou *Diluvium*, composent à eux seuls tout le pays situé au nord-est d'une ligne passant par Orthèz, Luc et Gan. Ces mêmes terrains occupent encore des surfaces étendues, soit au sommet des massifs montueux ou des côteaux plus ou moins isolés, soit sur le versant de ces massifs en approchant des vallées, soit enfin au fond de quelques-unes de celles-ci. Ils affectent même quelquefois, quoique sur une moindre échelle, une disposition en plateaux unis tels que ceux que nous avons signalés en Chalosse. Tel est le plateau allongé du S.-E. au N.-O., qui se dirige de Sévignac vers Oleron, et qui se continue au-delà de cette dernière ville jusque près de Navarreins.

De cette disposition orographique générale, et de ce mode de distribution des terrains, on peut conclure l'aspect général du Béarn, qui offre des vallées et des côteaux fertiles, coupés souvent de surfaces arides, occupant, soit la croupe des massifs montueux, soit le fond de certaines dépressions, et nourrissant de vastes étendues de fougères et de pelouses maigres. — Ces surfaces considérables couvertes de fougères rendent souvent les observations des géologues

assez difficiles, et ce sont elles qui désespéraient Palassou et M. de Charpentier dans leurs études sur les basses montagnes du Labourd.

— J'ai omis à dessein, dans ce qui précède, le *massif montagneux du Labourd*,⁽¹⁾ bien que je doive en décrire une partie dans le cours de ces études, parce que ce massif, qui est formé principalement par les terrains primitifs et qui s'étend au sud de Hasparren, entre Cambo et Hellette, se rattache déjà aux Pyrénées par sa structure et son aspect. — Il comprend une accumulation de basses montagnes, dont la plus élevée, l'Ûrsouïa-Mendia, n'atteint que 240 mètres d'altitude. d'après l'estimation de M. de Charpentier. Ces montagnes offrent ordinairement des contours arrondis, sont couvertes de bois ou seulement de pelouses et de fougères, et sont profondément entamées à l'O. par la vallée de la Nive.

HISTORIQUE.

Avant d'exposer les résultats de mes propres observations, je crois indispensable de passer rapidement en revue les travaux les plus importants qui ont été publiés sur la géologie du bassin de l'Adour, afin de faire voir à quel point étaient arrivées les connaissances acquises sur ce pays, avant que je ne me fusse occupé de sa description.

1784. — Le plus ancien ouvrage dans lequel il soit question de la géologie du bassin de l'Adour, est le grand travail de Palassou, intitulé : « *Essai sur la minéralogie des monts Pyrénées* »⁽²⁾. Le plus beau titre de gloire de Palassou est d'avoir reconnu le premier la constance des directions des couches inclinées. — Son livre est encore précieux pour les renseignements locaux, mais, malheureusement, il n'est pas d'un bien grand secours pour l'étude géologique du pays, telle qu'on la comprend de nos jours, car il n'y est tenu compte presque en aucun endroit des fossiles, et la nomenclature des roches laisse beaucoup à désirer.

1795 (an III). — Muthuon⁽³⁾ signala, le premier, le terrain de granite en dehors de la chaîne des Pyrénées, dans le Labourd, et donna la description des différentes variétés de cette roche. A Hellette, le granite est recouvert par le calcaire cristallin.

(1) Partie du Béarn basque comprise entre l'Océan et la Nive.

(2) In-4°. Paris, 1784.

(3) *Tableau minéralogique du Guipuscoa et de la partie de la Navarre qui joint la France.* (*Journal des mines* : thermidor, an III, n° 11.)

1815 et 1819. — Palassou fit paraître, en 1815 et 1819, ses « *Mémoires pour servir à l'histoire naturelle des Pyrénées et des pays adjacents* ⁽¹⁾ », dans lesquels il est traité de plusieurs points relatifs à la géologie du bassin de l'Adour, principalement des atterrissements diluviens, de l'inclinaison des couches, des eaux thermales, des bitumes, de l'ophite, des atterrissements de cailloux calcaires. — Ces Mémoires, riches de faits et d'observations, sont encore utiles à consulter, mais ne nous fournissent aucun renseignement sur la succession chronologique des terrains.

1821. — M. Levallois a donné une « *Notice géologique sur les environs de Sallies* ⁽²⁾ ». Il a reconnu trois formations : 1^o la formation primitive (ophite); 2^o la formation secondaire, comprenant à la base des calcaires noirs avec gypse, à la partie moyenne des alternances de calcaire et de grès, et à la partie supérieure des calcaires blancs, conchoïdes, alternant avec des calcaires gris esquilleux; 3^o le terrain d'alluvion formé d'argiles, de sables et de cailloux, et qui occupe les plateaux et le sommet des collines. — L'auteur décrit avec détail les sources salées de Sallies, Carresse et Orâas, qui sortent toutes de couches gypseuses, et croit à l'existence d'une masse de sel gemme qui s'étendrait autour de Sallies, à Orâas et peut-être à Carresse.

1823. — En 1823, M. de Charpentier, dans son ouvrage si riche d'observations sur la constitution géologique des Pyrénées, ⁽³⁾ ne traita qu'incidemment du bassin de l'Adour. Il reconnut avec précision les limites du massif granitique du Labourd, et rapporta tous les terrains stratifiés du pays dont je vais donner la description à quatre divisions principales : 1^o le terrain de transition; 2^o le calcaire alpin et du Jura; 3^o le terrain amphibolique secondaire (ophite); 4^o les terrains tertiaires et d'atterrissements. — Le *terrain granitique* consistait principalement en granite avec gneiss subordonné et calcaire primitif. — Le *terrain de transition* comprenait des schistes argileux, des grauwackes schisteuses, des calcaires et des masses de quartz. Il correspond en grande partie pour le bassin de l'Adour à mon groupe crétacé inférieur, et le quartz en roche est pour moi une dépendance du terrain primitif. — Le *terrain secondaire* n'est représenté dans le bassin de l'Adour que par le calcaire alpin avec couches de grès et de marne. Il correspond à mes deux groupes crétacés supérieurs et aux terrains nummulitiques. — Le *terrain amphibolique secondaire* (ophite)

(1) Pau. In-8^o, chez Vignancour.

(2) *Annales des mines*, t. VI, p. 403. 1821.

(3) *Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées*; in-8^o. 1823.

ne constitue que des buttes isolées et est accompagné d'argile, de gypse et de calcaire altéré. M. de Charpentier ne se prononce pas sur son mode de formation, mais incline à le considérer comme d'origine neptunienne; il le croit très-moderne et peut-être postérieur à l'excavation de la plupart des vallées des Pyrénées. — Enfin, l'auteur ne dit rien des *terrains tertiaires*; seulement, sur sa carte géologique, il représente leurs limites, qui suivent à-peu-près le cours de l'Adour et du Gave de Pau.

1824. — M. A. Boué⁽¹⁾ a publié, en 1824, un travail d'ensemble sur le sud-ouest de la France, et a eu par conséquent à examiner le bassin de l'Adour : 1^o Le granite, d'origine ignée, forme souvent des filons dans les roches intermédiaires; 2^o les schistes intermédiaires sont associés à leur base à des micaschistes et à des gneiss, considérés comme roches stratifiées modifiées par le granite; 3^o des calcaires sont rapportés avec doute au zechstein (Orthéz); 4^o les dolomies sont jurassiques (Dax, Orthéz), et il y a des calcaires jurassiques (Tercis); 5^o le grès vert et la craie chloritée comprennent les dépôts de Sainte-Colombe (marnes à Térébratules) et des dépôts de lignite; les calcaires à Nummulites sont annexés à ce terrain; 6^o le sol tertiaire offre quatre étages : — *a*) des molasses avec *Palaeotherium* (Gironde), auxquelles sont rapportés les sables bitumineux de Bastennes — *b*), le calcaire grossier divisé en deux assises, l'inférieure compacte, la supérieure sablonneuse qui comprend les faluns — *c*) des calcaires d'eau douce qui manquent dans le bassin de l'Adour — *d*) enfin, l'alluvion sablonneuse tertiaire (sable des Landes), qui devient marneuse en Chalosse. — Les Diabases (ophites) sont considérées comme roches non stratifiées d'injection. L'auteur les croit très-anciennes et peut-être contemporaines des terrains intermédiaires.

1830. — M. Dufrenoy⁽²⁾ a décrit avec soin, en 1830, les terrains crétacés qui s'appuient sur le versant nord des Pyrénées; selon ce savant géologue, ces terrains sont formés : 1^o à la partie inférieure, par des grès schisteux micacés, avec impressions végétales et dépôts de lignite; 2^o au-dessus, par des calcaires compactes contenant parfois du soufre, du bitume, et paraissant associés avec du gypse et du sel gemme; 3^o à la partie supérieure, ces mêmes calcaires alternent avec des poudingues calcaires. La faune participe à la fois par ses caractères

(1) *Annales des sciences naturelles*. 1824 et 1825.

(2) *Sur les caractères particuliers que présente le terrain de craie dans le sud de la France, et principalement sur les pentes des Pyrénées*. (*Annales des mines*, 3^{me} série; t. VIII, p. 321. 1830.

de celle des terrains tertiaires et de celle des terrains crétacés. — Les couches du terrain de craie ont subi deux révolutions : l'une générale, qui a fait surgir les Pyrénées ; l'autre partielle et qui est attribuée aux ophites. Tout cet ensemble de couches correspond, par conséquent, à mes terrains crétacés et nummulitiques. — Dès la publication de ce Mémoire, les limites inférieures des terrains crétacés se trouvèrent bien définies. Une grande partie des couches rapportées antérieurement au calcaire alpin furent ramenées à leur véritable horizon.

1832. — Dans un autre Mémoire qui parut en 1832, ⁽¹⁾ M. Dufrenoy considéra l'ophite comme produit par soulèvement, et la date de son apparition comme comprise entre la fin du dépôt du terrain tertiaire supérieur et les terrains d'alluvions. Son action s'est produite suivant des lignes courant E. 18° N., qui se rapportent par leur direction au système des Alpes principales. L'ophite est constamment accompagné de gypse et fréquemment de sel gemme. Les terrains calcaires sont altérés dans son voisinage, et sont devenus caverneux ou dolomitiques. Le gypse n'est peut-être que le résultat d'une altération de ce genre.

1836. — Selon M. Lefebvre, ⁽²⁾ le département des Landes est divisé en deux parties par l'Adour : Landes et Chalosse. La Chalosse appartient au terrain de craie en couches inclinées. Les lignites de Saint-Lon et de Saint-Martin-de-Seignanx dépendent de la craie. Les bitumes de Gaujac et Bastennes, mélangés de sables coquilliers, reposent sur l'ophite ; le bitume est sorti pur de cette roche et s'est mélangé en coulant avec les sables. — Une zone d'argiles gypseuses, avec monticules d'ophite, s'étend parallèlement aux Pyrénées, de l'embouchure du Luy à la route de Mont-de-Marsan à Orthèz, et renferme du gypse et des amas de sel gemme, d'où sortent des sources salées. — Dans les Landes, la craie forme une lisière étroite le long de l'Adour, à partir du confluent du Gave jusqu'à Bayonne. — Le calcaire grossier comprend les faluns d'Abesse et les molasses de Mont-de-Marsan, creusées de puits naturels et contenant des troncs d'arbres fossiles à Tartas. — Le sable des Landes, avec fer hydraté, recouvre le tout.

1836. — Dans son « *Mémoire sur le terrain tertiaire du bassin du*

(1) *Mémoire sur les relations des ophites, des gypses et des sources salées des Pyrénées.* (*Annales des mines*, 3^{me} série, t. II, p. 21. 1832.)

(2) *Notice géologique sur quelques points du département des Landes, suivie d'observations sur les dunes de Gascogne.* (*Annales des mines*, 3^{me} série, t. IX, p. 243. 1836.)

midi de la France ⁽¹⁾ », M. Dufrenoy appliqua le premier, aux terrains tertiaires de l'Aquitaine, la subdivision en trois étages. Il signala, dans le bassin de l'Adour : 1^o le calcaire grossier, comprenant les calcaires du Tuc du Saumon, de Garans et de Lesperon (calc. à *Natica crassatina*); 2^o la molasse tertiaire moyenne d'eau douce de Pau à Monnein, que je rapporterai au sable des Landes; 3^o la molasse coquillière marine, comprenant tous les faluns meubles de Dax; 4^o le sable des Landes, représentant le terrain tertiaire supérieur, et passant au S. aux dépôts de cailloux roulés.

1836. — M. de Grateloup ⁽²⁾ arriva aux conclusions suivantes : 1^o les dolomies de Dax appartiennent au terrain créacé et non au calcaire alpin ou au calcaire jurassique; 2^o une grande portion de la craie de la Chalosse paraît plus récente que le grès vert supérieur, et sa formation a précédé de peu de temps celle du terrain tertiaire. Cette craie comprend : — *a*) les couches de Tercis (à *Ananchytes*), — *b*), les calcaires blancs des environs de Montfort, qui se rattachent au deuxième étage nummulitique, — *c*), les calcaires nummulitiques, qui forment la partie supérieure du terrain. — L'auteur examine ensuite les faluns, et les subdivise le premier en deux groupes : 1^o les faluns bleus, peut-être contemporains du calcaire grossier de Paris, et qui correspondent pour une partie à mon terrain miocène inférieur et pour l'autre à mon terrain pliocène inférieur; 2^o les faluns jaunes plus récents.

1837. — M. d'Archiac ⁽³⁾ attribua le soulèvement de la craie de Tercis au système des Pyrénées, tandis que les calcaires tertiaires de Lesperon (calcaires à *Natica crassatina*) n'auraient été relevés que plus tard par les Diorites. — Les roches de Tercis sont mises en parallèle avec le deuxième et le troisième étage créacé du S.-O. (calcaires blancs et gris). Les calcaires de Bidache sont rapportés au quatrième, ainsi que les couches à silex du Vieux-Monguerre. — Les falaises de St-Jean-de-Luz à Bayonne sont toutes considérées comme créacées. Cependant, M. d'Archiac pense qu'un premier soulèvement (Mont-Viso) a pu causer la formation des poudingues et brèches, et les Nummulites ne se seraient développées qu'après cette première perturbation. Les terrains créacés véritables sont ainsi nettement distingués des couches

(1) *Mémoire pour servir à une description géologique de la France*, t. III. 1836.

(2) *Mémoire de géo-zoologie sur les oursins fossiles (Echinides) qui se rencontrent dans les terrains calcaires des environs de Dax.* (Act. Soc. Linn. de Bordeaux, t. VIII. 1836.)

(3) *Mémoire sur la formation créacée du S.-O. de la France.* (Mém. soc. géol. de France, t. II, p. 158. 1837.)

à nummulites. Un soulèvement plus général a mis fin à la période crétacée en relevant les terrains nummulitiques qui n'avaient pas été influencés par le premier. Le dernier enfin, résultant de l'apparition des ophites, est venu compliquer les effets des deux précédents.

1834 à 1840. — M. de Grateloup donna, de 1834 à 1839, le *Tableau des coquilles fossiles des terrains tertiaires des environs de Dax* ⁽¹⁾; de 1838 à 1840, diverses *Monographies des coquilles tertiaires du bassin de l'Adour* ⁽²⁾, et en 1838, un *Tableau statistique des coquilles fossiles du bassin de l'Adour* ⁽³⁾, dans lequel 700 espèces furent énumérées.

1843. — M. S.-P. Pratt donna, en 1843, une notice sur la géologie des environs de Bayonne.⁽⁴⁾ Les falaises de Biarritz présentent, en allant de la Chambre-d'Amour à Bidart : 1° des calcaires argilo-sableux à *Lenticulites* et *Nummulites*; 2° des calcaires alternant avec des argiles, à *Serpula spirulæa*; 3° des calcaires peu colorés avec *Térébratules*; 4° des couches de craie marneuse à *Ammonites* et *Inocerames*, très-bouleversées. — Les terrains nummulitiques appartiennent aux terrains tertiaires, mais sont inférieurs à tous les dépôts décrits, à l'exception de celui des Diablerets.

1843. — M. A. d'Orbigny ⁽⁵⁾ exposa ses opinions, principalement basées sur l'étude des fossiles, relativement aux terrains nummulitiques auxquels il réunissait le lambeau de Saint-Palais, près Royan. Il les considérait comme représentant, dans le Midi, les sables inférieurs du Soissonnais. Ce rapprochement fut appuyé par M. d'Archiac et combattu par M. Dufrenoy.

1843. — M. de Collegno ⁽⁶⁾ fut conduit à séparer les dépôts caillouteux des environs de Pau, qu'il considéra comme de l'âge du sable des Landes, du terrain erratique ou diluvien proprement dit.

1844. — M. Deshayes avait déjà établi, en 1830, qu'il n'y a pas d'espèces communes entre les terrains crétacés et tertiaires. En 1844, ⁽⁷⁾

(1) *Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, t. VI, VII et VIII.

(2) *Id.*, t. X (1838) et t. XI (1840).

(3) *Id.*, t. X (1838).

(4) *Proceedings of the geological society of London*, t. IV, p. 157 (1843). — *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2^{me} série, t. II, p. 183. 1846.

(5) *Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XIV, p. 486. 1843.

(6) *Sur le terrain diluvien des Pyrénées*. (*Annales des sciences géol.*, publiées par M. Rivière. 1843).

(7) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^{me} série, t. I, p. 576. 1844.

après avoir examiné les fossiles recueillis à Biaritz par M. Pratt, il les rapporta au terrain tertiaire inférieur. Les fossiles de Biaritz se rapprochent beaucoup de ceux du calcaire grossier, et sont très-différents de ceux des Corbières, qui ont plus d'analogie avec ceux des sables du Soissonnais.

1845. — M. de Grateloup ⁽¹⁾ décrivit quelques-unes des roches qui entrent dans la composition du sol du bassin de l'Adour; mais ce travail, principalement pétrographique, n'ajouta que peu à ce que l'on savait déjà.

1846. — M. Thorent ⁽²⁾ a publié, en 1846, un « *Mémoire sur la constitution géologique des environs de Bayonne*, avec une planche de coupes à l'appui. Ce géologue reconnut, dans les falaises de Biaritz, depuis la Chambre-d'Amour jusqu'à Bidart : 1° jusqu'au Phare, des calcaires marneux et sableux, à *Turritella imbricata*, etc.; 2° du Phare au Vieux-Port, des calcaires sableux et marneux, à *Eupatagus*; 3° du Vieux-Port au-delà du rocher du Goulet, des marnes et des calcaires à *Serpula spirulæ*; 4° au-delà du Goulet, des calcaires marneux et sableux, avec *Terebratula*, *Pyggorhynchus*, etc.; 5° au-delà d'une lacune qui s'observe après la falaise nummulitique, des calcaires gris conchoïdes fortement disloqués, avec *Nautilus*, *Ammonites*, *Ananchytes*, jusqu'à Bidart. — Des calcaires à *Operculines* recouvrent les escarpements de la Chambre-d'Amour et se retrouvent autour de Bayonne. Les couches à Nummulites de Saint-Pierre d'Irudy sont assimilées aux calcaires des falaises au-delà du Goulet. — D'après M. Thorent, le soulèvement des Pyrénées n'aurait affecté que les terrains crétacés, et les terrains nummulitiques n'auraient été disloqués que par les Diorites (ophites). — L'auteur termine en rapportant les terrains nummulitiques, auxquels il attribue une puissance de près de 2,000 mètres, au terrain tertiaire inférieur, et les couches de Bidart au terrain crétacé.

1846. — M. Constant-Prévost, dans sa *Notice sur le gisement des fossiles de Sansan*, ⁽³⁾ fit l'application de sa théorie des affluents au mode de formation des terrains tertiaires du sud-ouest de la France pendant la période miocène. Il existait une sorte de digue submergée, dirigée du N.-O. au S.-E., de Bazas à Mont-de-Marsan et Ba-

(1) *Notice géognostique sur les roches du bassin de l'Adour*. (Actes de l'Acad. de Bordeaux. 1845).

(2) *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2^{me} série, t. I, p. 181. 1846.

(3) *Bull.*, 2^{me} série, t. I, p. 376. 1845.

gnères, formée par les terrains crétacés et tertiaires anciens. Cette explication rend très-bien compte de la prédominance à l'est de cette digue des formations lacustres, et à l'ouest des formations marines.

1846. — M. d'Archiac publia, en 1846, un premier Mémoire intitulé : *Description des fossiles recueillis par M. Thorent, dans les couches à Nummulines des environs de Bayonne.* ⁽¹⁾ 106 espèces furent reconnues. L'auteur signala les différences singulières qui existent entre la faune de Biaritz et celle du département de l'Aude. Les espèces de Biaritz qui se retrouvent dans le nord de la France, appartiennent aux horizons des calcaires grossiers et des sables inférieurs, mais sont peu caractéristiques.

1846. — M. de Grateloup, dans la préface qui précède son grand ouvrage iconographique, ⁽²⁾ distingue trois assises dans les terrains tertiaires du bassin de l'Adour : 1^o des faluns blancs (Lesbarritz), considérés comme contemporains du calcaire grossier de Paris, et que je réunis aux faluns à *Natica crassatina*; 2^o des faluns bleus constituant le terrain miocène inférieur, et que je rapporte en partie au terrain miocène inférieur et en partie au terrain tertiaire supérieur; 3^o des faluns jaunes représentant le terrain miocène supérieur, résultat que j'admets complètement.

1847. — Dans un premier Mémoire intitulé : *Notice géologique sur les terrains du bassin de l'Adour,* ⁽³⁾ je classai ces terrains de la manière suivante, en allant de haut en bas : 1^o terrain tertiaire supérieur (sable des Landes); 2^o terrain tertiaire moyen (faluns jaunes et faluns bleus); 3^o terrain tertiaire inférieur? (lignites et grès?); 4^o terrain nummulitique (calcaires à Nummulites, calcaires à Echinodermes, marnes à Térébratules, Dolomies?); 5^o craie blanche (à *Ananchytes*). Les ophites étaient considérés comme étant venus au jour à la fin de la période tertiaire.

1848. — Dans ma *Notice sur les faluns du sud-ouest de la France,* ⁽⁴⁾ j'ai reconnu deux divisions dans le terrain tertiaire moyen du bassin de l'Adour : 1^o l'inférieure (faluns à *Natica crassatina*); 2^o la supérieure, comprenant deux groupes : (a) molasses ossifères, faluns de Saubrigues, (b) faluns de Saint-Paul et Saint-Avit, et falun de Salles

(1) *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2^{me} série, t. II, p. 189. 1846.

(2) *Conchyliologie fossile du terrain tertiaire du bassin de l'Adour.* Bordeaux. 1846.

(3) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^{me} série, t. IV, p. 712. 1847.

(4) *Id.*, t. V, p. 417. 1848.

et Mont-de-Marsan. Ce dernier était considéré comme plus récent que le précédent. J'établissais enfin le parallélisme de ces dépôts avec ceux de la Gironde. Nous reviendrons plus loin sur ce travail.

1848. — M. Raulin publia, en 1848, son *Nouvel essai d'une classification des terrains tertiaires de l'Aquitaine*,⁽¹⁾ dans lequel il n'est question qu'incidemment du bassin de l'Adour. L'auteur, cependant, éclaircit deux points de la géologie de ce bassin, en rapportant : 1° au sable des Landes les grès de la Chalosse et les molasses de Pau à Monnein ; 2° au diluvium les dépôts caillouteux du Béarn.

1848. — Le même auteur dans un *Mémoire intitulé : Faits et considérations pour servir au classement du terrain à Nummulites*,⁽²⁾ établit : 1° que les calcaires de Saint-Justin, rapportés au calcaire grossier, appartiennent au terrain miocène supérieur ; 2° de l'étude comparative des gisements dans lesquels ont été trouvés les Echinodermes énumérés dans le Catalogue de MM. Agassiz et Desor, il conclut : 1° que le terrain crétacé est aussi complet dans le sud-ouest que dans le nord de la France ; 2° que le lambeau de Saint-Palais se rattache au terrain nummulitique ; 3° que le terrain nummulitique ne renferme pas un seul Echinoderme crétacé, et en contient quelques-uns du calcaire grossier. — Il termine en donnant plusieurs raisons très-péremptoires par lesquelles il est conduit à considérer les terrains nummulitiques comme représentant le véritable terrain éocène.

1848. — M. Raulin appliqua ensuite au bassin du S.-O. la théorie des systèmes de soulèvement,⁽³⁾ et admit : 1° que le système du Mont-Viso a mis fin à la période crétacée ; 2° celui des Pyrénées à la période éocène (terrain à nummulites, molasses et calcaires de l'Agenais) ; 3° celui du Sancerrois au terrain miocène inférieur (falun bleu et calcaire à Astéries) ; 4° celui des Alpes occidentales au terrain miocène supérieur ; 5° celui des Alpes principales au terrain pliocène (sable des Landes). — Il rajeunit ainsi la date de deux soulèvements (Mont-Viso, Pyrénées).

1849. — M. Raulin⁽⁴⁾ émit l'opinion que la couche que j'avais décrite sous le nom de *Marnes à Térébratules*, pourrait représenter le

(1) *Actes de l'Académie de Bordeaux*. 1848.

(2) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^{me} série, t. 3, p. 114. 1848.

(3) *Sur quelques-unes des dernières révolutions du globe* (*Bull. Soc. géol. de France*, 2^{me} série, t. V, p. 124. 1848.)

(4) *Quelques mots encore sur le terrain à Nummulites des Pyrénées* (*Bull. Soc. géol. de France*, 2^{me} série, t. VI, p. 531. 1849.)

système Alaricien de Tallavignes, considéré comme formant l'assise crétacée la plus supérieure, et qui serait en stratification discordante avec le terrain *Ibérien* du même auteur, ou terrain nummulitique éocène.

1850. — Un deuxième Mémoire publié par M. d'Archiac, sous le titre de « *Description des fossiles du groupe nummulitique recueillis par M. S.-P. Pratt et M. J. Delbos, aux environs de Bayonne et de Dax* », ⁽¹⁾ porta à 303 le nombre des espèces nummulitiques de l'Adour, dont 249 déterminées. Les conclusions contenues dans le premier Mémoire furent confirmées dans le second, et l'auteur fut conduit à mettre la faune nummulitique en parallèle avec celle des terrains tertiaires inférieurs du N. — Ces deux magnifiques publications, rédigées avec le talent bien connu de l'auteur, ont jeté un grand jour sur l'histoire des terrains nummulitiques du S.-O.

1850. — A la même époque et dans le même recueil, parut la *Description des fossiles des terrains éocènes des environs de Pau*, par M. Al. Rouault. ⁽²⁾ 144 espèces furent mentionnées, et dénotèrent d'assez grandes différences avec les terrains nummulitiques du reste du bassin de l'Adour, et surtout avec ceux du département de l'Aude. M. Rouault démontra, par 38 espèces communes, le parallélisme du lambeau de Bos d'Arros avec le terrain éocène parisien. Par cette intéressante publication, le nombre des espèces du S.-O. fut porté à 427.

1850. — Ce fut principalement en 1850 que M. Raulin publia la partie relative au bassin de l'Adour de son grand travail intitulé : *Nivellement barométrique de l'Aquitaine*, ⁽³⁾ commencé en 1848. Ce nivellement, fruit des laborieuses recherches de M. Raulin, rendit un service inappréciable à la géologie du S.-O., en faisant connaître son orographie presque ignorée jusque-là, et en donnant un très-grand nombre de cotes d'altitude, si indispensables dans toutes les recherches géognostiques.

1850. — La même année, M. d'Archiac donna, dans son *Histoire des progrès de la géologie*, ⁽³⁾ le tableau de la faune nummulitique, qui ajouta un certain nombre d'espèces à celles déjà connues dans le bassin de l'Adour.

(1) *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2^{me} série, t. III, p. 307. 1850.

(2) *Ibid.*, t. III, p. 457. 1850.

(3) *Actes de l'Académie de Bordeaux*. 1848.

(4) T. III.

1851. — M. Hébert, ⁽¹⁾ par suite de ses intelligentes recherches sur les environs de Paris, apporta de nouvelles preuves, tirées des fossiles, au parallélisme établi par moi entre les faluns à *Natica crassatina* et les sables de Fontainebleau.

1852. — M. A. d'Orbigny, dans son *Cours* et son *Prodrôme de paléontologie stratigraphique*, ⁽²⁾ plaça la craie de Tercis dans son étage Sénonien ou de la craie blanche, ainsi que je l'avais déjà proposé. Les faluns bleus furent rapportés à l'étage Tongrien, mais l'auteur confondit sous le même nom les dépôts de Saubrigues et d'Orthèz, suivant en cela l'opinion de M. de Grateloup. Tous les autres dépôts coquilliers furent réunis à l'étage falunien.

1852. — M. Raulin, ⁽³⁾ à la suite de l'examen qu'il a bien voulu faire avec moi des collections que j'ai recueillies dans le bassin de l'Adour, a publié les preuves, tirées de l'étude des fossiles, à l'appui des opinions émises par moi dans une note que je lui avais fournie et qui a été insérée dans son travail ; ces opinions seront développées dans le présent Mémoire. M. Raulin a rectifié ensuite une erreur commise par M. A. d'Orbigny, erreur qui consistait en ce que ce savant avait réuni à son terrain Tongrien les faluns bleus de Saubrigues et d'Orthèz. — D'après cette notice, les faluns de Salles, d'Orthèz et de Saubrigues, représentent dans le S.-O. la partie inférieure du terrain pliocène. Enfin, M. Raulin expose les motifs qui le portent à considérer les faluns de l'Anjou et de l'île d'Oleron comme contemporains de ceux de Salles.

1853. — MM. Crouzet et de Freycinet ont commencé, dans les *Annales des mines*, ⁽⁴⁾ la publication d'un Mémoire intitulé « *Étude géologique sur le bassin de l'Adour.* » Ce Mémoire est divisé en quatre parties : 1^o Formations crétacées ; 2^o Terrains nummulitiques ; 3^o Formations tertiaires ; 4^o Période moderne. — Les terrains crétacés sont subdivisés en trois étages : 1^o grès vert ou calcaire de Bidache ; 2^o craie de Briscous, ou étage marno-salifère ; 3^o craie silicifère. — Le premier de ces étages correspond à une partie de mon groupe des calcaires et psammites. Le deuxième, qui comprend des marnes bigarrées

(1) *Sur les fossiles tertiaires du Limbourg, et sur ceux de la couche à Ostrea cyathula du bassin de Paris* (*Bull. Soc. géol. de France*, 2^{me} série, t. VI, p. 466. 1849).

(2) *Cours*, t. II, fasc. 2. — *Prodrôme*, t. III.

(3) *Note relative aux terrains tertiaires de l'Aquitaine* (*Bull.*, 2^{me} série, t. IX, p. 406. 1852).

(4) *Ann. des mines*, 5^{me} série, t. IV, p. 360. — 6^{me} livraison de 1853 (parue en mai 1854).

gypsifères et salifères, et que MM. Crouzet et de Freycinet érigent en étage distinct, me paraît aussi faire partie du même horizon auquel se rattacheraient, comme l'ont fait voir ces Messieurs, les marnes gypsifères de la Chalosse, et c'est là le résultat le plus intéressant de leur travail. Le troisième correspond à ma craie grise à *Ananchytes*. Enfin, les dolomies sont considérées comme formant la partie supérieure de ce troisième étage, et MM. Crouzet et de Freycinet suivent en cela l'opinion que j'avais émise dans mon premier opuscule; je considère actuellement ces dolomies comme se rattachant au terrain crétacé inférieur (schistes et calcaires noirs), dont MM. Crouzet et de Freycinet ne font aucune mention. — L'ophite n'est décrit qu'accessoirement dans cette première partie, mais MM. Crouzet et de Freycinet paraissent le considérer comme très-moderne, et lui attribuent, ainsi que je l'avais fait, la production des bitumes.

1854. — Dans la dernière séance de juin 1854 de la Société géologique de France, j'ai répondu au Mémoire de MM. Crouzet et de Freycinet, et j'ai exposé les raisons pour lesquelles certaines de leurs opinions me paraissent inadmissibles. La plupart des preuves que j'ai données à l'appui de ma manière de voir sont du reste empruntées au présent Mémoire.

DISTINCTION ET SUPERPOSITION DES TERRAINS.

Les formations que j'ai reconnues dans le bassin de l'Adour sont au nombre de douze. Le tableau suivant fait connaître leur ordre de superposition. J'ai indiqué aussi par anticipation leur répartition dans la série générale des terrains, afin de faciliter l'intelligence des descriptions qui vont suivre. — Nous aurons, d'ailleurs, à revenir sur ce sujet à la fin de ce Mémoire.

Diluvium.....	1 — Diluvium.
	2 Sable des Landes.
	3 Faluns à <i>Cardita Jouanneti</i> , —
Terrain tertiaire supérieur ou Pliocène.....	Molasses ossifères et à Echinodermes, — Faluns de Saubrigues et de Saint-Jean-de-Marsacq.
	Supérieur 4 Faluns de Saint-Paul et de Saint-Avit.
Terrain tertiaire moyen ou Miocène.....	Inférieur. 5 Faluns bleus et calcaires à <i>Natica crassatina</i> .

Terrain tertiaire inférieur ou Eocène (terrain nummulitique)	}	6 Grès et calcaires à <i>Eupatagus ornatus</i> .
		7 Marnes et calcaires à <i>Scrupula spirulosa</i> .
		8 Marnes à <i>Térébratules</i> .
Terrains crétacés.....	}	9 Craie à <i>Ananchytes</i> .
		10 Grande alternance de sables, grès, calcaires et marnes.
		11 Alternance de schistes noirs et de calcaires.
Terrains primitifs stratifiés.....	12	{ Talcschistes.
		{ Calcaires primitifs et quartz en roche.
		{ Gneiss.

Dans une partie des descriptions que je vais donner, il me sera impossible de suivre constamment une marche uniforme, par exemple du N. au S. et de l'O. à l'E., comme on pourrait le faire dans un pays composé de couches horizontales, forcé comme je le serai, par la nature même du pays, de signaler les faits là où ils se montrent avec le plus d'évidence. — Nous éviterons ainsi la confusion causée par le rapprochement de faits distincts qui résulterait d'une marche plus régulière.

TERRAIN PRIMITIF STRATIPIÉ.

Le terrain primitif constitue deux massifs dans le bassin de l'Adour, l'un au sud d'Hasparren, l'autre aux environs de Bénesse en Chalosse.

1° Massif du Labourd.

Le premier et de beaucoup le plus considérable de ces massifs constitue, au sud d'Hasparren, une région montagneuse qui commence à l'est d'Espelette, et qui va se terminer à l'Est, un peu au-delà de Hellette. — Cette région est profondément entamée, vers son extrémité occidentale, par la Nive, qui coule dans un défilé fort étroit et à parois presque verticales. Dans la partie centrale, il y a des vallons profonds, arrosés par les divers embranchements du petit ruisseau de Louhossoa.

La constitution géologique de cette région montagneuse est assez simple, et deux roches entrent principalement dans sa composition :

des gneiss et des talcschistes, auxquels se trouvent associés des dépôts souvent fort épais de quartz compacte et de calcaire lamellaire.

Les *Gneiss* sont généralement d'un gris noirâtre, à grains de quartz de grosseur très-variable, à mica noir, et à feldspath presque toujours fortement altéré. — La roche est traversée de nombreux petits filons de quartz amorphe. — Les gneiss paraissent constituer le massif de la montagne d'Ursouïa, située au nord de Maccaye, et aussi une grande partie des hauteurs qui dominent la vallée entre ce village et celui de Louhossoa.

Par son altération, le gneiss donne lieu à différents produits, selon la grosseur et la prédominance des éléments qui le composent. Les variétés à grains fins, arrivées à un degré de décomposition très-avancé, produisent une roche friable, âpre au toucher, très-micacée, d'une couleur ordinairement rougeâtre par suite de l'altération du mica. — A cette roche sont associés des amas, ou plutôt des veines d'une sorte de gravier s'écrasant aisément sous le choc du marteau, formé par des grains de quartz assez gros mélangés de paillettes de mica et de feldspath complètement altéré. Ces divers états de la roche désagrégée peuvent s'observer surtout dans le vallon qui se dirige de Louhossoa vers Maccaye, et sur les pentes méridionales de la montagne d'Ursouïa.

Aux gneiss sont fréquemment associés des amas plus ou moins considérables de kaolin. Cette roche se montre à côté de gneiss peu altérés, plongeant faiblement au S.-S.-O., dans les petits ravins qui descendent de l'Ursouïa-Mendia vers le N.-O. Elle y est assez impure, mélangée de parties noirâtres et d'une assez grande quantité de quartz en grains. — Des affleurements analogues se voient sur plusieurs points au S.-O. de Maccaye, mais c'est surtout aux environs de Louhossoa que le kaolin est exploité avec activité. Il forme des masses considérables à quelques centaines de mètres du village, au pied de la montagne désignée sur la carte de Cassini sous le nom de Magdeleine-de-Harnabar. On l'extrait au moyen de galeries souterraines profondes, qui s'ouvrent au bord du ruisseau et pénètrent horizontalement dans l'intérieur de la montagne. Ce kaolin est très-blanc, léger, doux au toucher, marbré de très-fines stries grisâtres peu visibles; il ne renferme qu'une faible quantité de grains de quartz, et fournit une terre à porcelaine de qualité supérieure. Comme je n'ai pu pénétrer dans les mines, et que la montagne dans laquelle elles s'ouvrent est partout couverte de pelouses et de bois, je n'ai pu étudier en détail les particularités du gisement de cette roche, mais son association aux gneiss est bien démontrée par les autres affleurements dont il a été déjà fait mention.

Le *Quartz en roche* joue encore un rôle assez important dans la

composition de la partie occidentale du massif primitif du Labourd; M. de Charpentier, qui l'a signalé le premier, le rapportait aux terrains de transition. — Au sud du village d'Itsassu, la Nive coule dans une gorge étroite, dont les parois, souvent verticales, s'élèvent jusqu'à 40 ou 50 mètres de hauteur. Cette gorge, connue sous le nom de *Pas-de-Roland*, est entièrement creusée dans le quartz stratifié en couches épaisses, dirigées E.-N.-E. à O.-S.-O., et plongeant au S.-S.-E. Le quartz est grisâtre, grenu, à cassure raboteuse, et traversé par de nombreux filons de quartz blanc laiteux, à cassure irrégulière, se brisant en fragments grossièrement polyédriques; il présente dans quelques-unes de ses parties des amas de mica ou de talc jaunâtre en très-petites paillettes. Ainsi que l'indique leur plongement, ces couches quartzieuses s'enfoncent rapidement sous la montagne et ne reparais-sent plus dans le vallon de Louhossoa. Il y en a cependant des blocs assez nombreux au milieu des pelouses de la plate-forme de la monta-gne d'Arrocagaray, située entre le Pas-de-Roland et Louhossoa.

Cette montagne paraît presque entièrement composée de *Talcschiste*, en outre des bancs quartzieux puissants qui en forment le pied vers l'O., et qui reparais-sent sur quelques points du sommet. En mon-tant du Pas-de-Roland sur son flanc occidental, on voit alterner plusieurs fois des couches très-inclinées d'un talcschiste d'un gris doré, à grains très-fins, doux au toucher, extrêmement feuilleté, et des bancs d'un calcaire grisâtre lamelleux, mélangé de petits cris-taux de pyrite dodécaédrique et de lamelles très-brillantes de graphite écailleux; ce calcaire répand une odeur fétide par le choc.

Le *Calcaire primitif* reparaît avec des caractères à-peu-près analogues à un ou deux kilomètres de Louhossoa, sur les flancs de la monta-gne de la Magdelaine-de-Harnabar, à 40 ou 50 mètres environ au-dessus du ruisseau. Il est gris, à structure fortement lamelleuse, translucide, renferme une grande quantité de cristaux de pyrite do-décaédrique, et répand une odeur désagréable par le choc. — Il est exploité dans une ou deux carrières pour la fabrication de la chaux, et M. de Charpentier évalue son épaisseur à environ 30 mètres.

Il résulte des observations de M. de Charpentier, que cette couche de calcaire cristallin occupe une grande étendue dans le Labourd, et qu'elle se continue suivant une direction O.-N.-O. à E.-S.-E. d'Itsassu jusqu'à Hellette, avec un plongement d'environ 20° N.

Je n'ai vu nulle part, dans les parties du massif du Labourd que j'ai visitées, de granite proprement dit. Il paraîtrait cependant, d'après les descriptions données par Muthuon⁽¹⁾ et par M. de Charpentier.

(1) Loc. cit. (*Journal des mines*, thermidor an III).

que cette roche se trouverait dans la partie orientale aux environs de Mendionde et de Hellette, probablement sous forme de filons pénétrant dans les gneiss.

2° Massif du Pouy-de-Montpérour.

Entre les villages de Bénesse et de Mimbaste, en Chalosse, s'élève un coteau désigné sous le nom de Pouy-de-Montpérour, assez remarquable par sa forme et son isolement, et que l'on a toujours considéré comme constitué par l'ophite. — Quoique je n'aie pas pu y découvrir cette roche en place, il paraît probable qu'elle s'y trouve en effet, si l'on en juge par les nombreux débris répandus sur les pentes partout recouvertes d'une épaisse couche de terre végétale.

Au sommet de ce coteau, près de la métairie du Cocainat, une petite excavation, pratiquée pour l'extraction de quelques matériaux, m'a permis de constater que la roche sous-jacente est un talcschiste grisâtre à grains fins, à cassure luisante. La même roche se retrouve sur un autre point du Pouy-de-Montpérour, auprès de la métairie du Cap. Comme dans ces gisements les schistes talqueux sont parfaitement en place, je crois pouvoir en conclure que l'éminence du Pouy-de-Montpérour en est au moins en grande partie composée. Ce fait offre un certain intérêt en ce qu'il nous montre, au milieu des plaines, un massif très-resserré, à la vérité, de terrain primitif, surgissant sous forme d'îlot au milieu des terrains secondaires et tertiaires qui l'environnent de toutes parts.

TERRAINS CRÉTACÉS.

Ils jouent le rôle le plus important entre tous les terrains qui concourent à la composition géologique du bassin de l'Adour, si l'on en excepte toutefois les terrains meubles, sable des Landes et Diluvium, qui occupent une surface encore plus étendue. Dans le Béarn surtout, à l'ouest d'une ligne tirée d'Orthèz à Gan et passant par Luc, ils acquièrent un énorme développement. — En Chalosse, ils forment seulement plusieurs massifs plus ou moins considérables, près de Saint-Lon, à Tercis, à Bénesse, à Montaut et au sud de Saint-Sever.

Presque tous ces terrains se trouvent en couches fortement inclinées, souvent très-bouleversées et offrant des contournements et des plissements variés. Ces dislocations nombreuses rendent leur étude fort difficile; cette difficulté est encore compliquée par l'absence presque complète des fossiles dans toutes les assises inférieures, puis par

les obstacles apportés par la végétation et les puissants dépôts meubles qui masquent souvent, sur de grandes étendues, les roches sous-jacentes, enfin par la nature minéralogique variable des assises. Aussi est-on fort embarrassé quand on essaie d'établir des subdivisions dans cette succession puissante de couches. — On concevra donc que je ne donne certains aperçus qu'avec une réserve que des études d'une minutie extrême seraient peut-être même insuffisantes à dissiper.

Les coupes suivantes, que je choisis entre celles que j'ai dressées dans différentes directions, donneront une idée de la composition et des allures stratigraphiques des terrains créacés dans le Béarn, et nous permettront de tirer quelques conclusions au moyen desquelles j'essaierai d'établir des coupures dans la succession des assises, et de déterminer la place de certains dépôts, notamment de ceux de la Chalosse qui se présentent isolés au milieu des terrains tertiaires, et sans connexion évidente avec le massif du Béarn. Ces coupes, à-peu-près dirigées du N. au S., traversent les couches dans un sens sensiblement perpendiculaire à leur direction, et sont prises, l'une vers l'extrémité orientale du bassin, la deuxième et la troisième vers le milieu, et la dernière enfin à sa terminaison occidentale, sur les bords de l'Océan.

1° Coupe de Pau à Arudy (Pl. II).

La route de Pau à Laruns suit la vallée du Nées, encaissée jusqu'à Gan entre des côteaux uniquement composés de dépôts caillouteux diluviens. Au-delà de Gan, un peu après la borne du 11^e kilomètre, c'est-à-dire au pied de l'éminence qui s'élève entre les métairies de Guilhempau et de Labau, il y a un escarpement dans lequel on peut voir des couches de 10 à 20 centimètres d'un calcaire compacte fragile, d'un blanc-grisâtre, à cassure plane, un peu conchoïdale, alternant avec des calcaires arénifères fissiles en grandes plaques. Le tout plonge de 40° N.-N.-E., avec une direction O.-N.-O. à E.-S.-E. Un peu plus loin, un autre escarpement présente des couches semblables.

Plus loin, dans une carrière assez vaste, on voit des alternances de calcaire blanc, conchoïde, de grès analogues aux précédents, et de calcaires durs à structure bréchitique, grumelés, dont la cassure présente des faces de clivage de piquants d'oursins. Un escarpement, au-delà de cette carrière, est formé par des couches plongeant de 40 à 45° N.-N.-O., et dirigées de l'O.-S.-O. à l'E.-N.-E.; ce sont des grès à grains fins siliceux, à ciment calcaire, d'un gris enfumé, alternant avec un calcaire compacte, blanc-grisâtre, à cassure conchoïdale.

En avançant encore, on trouve des alternances de psammites gris ou roux, et de lits minces de calcaire fissile mêlé de sable siliceux, plongeant au N.-E. de 40 à 45°. Des couches analogues sont exploitées un peu plus au Sud; le grès micacé gris, à empreintes charbonneuses, se divise aisément en grandes plaques de plus d'un mètre carré, ayant seulement 0^m, 02 à 0^m, 03 d'épaisseur, et employées comme dalles ou comme couvertures grossières pour les maisons. L'inclinaison au N.-E. atteint progressivement 50°. — Ces alternances de calcaires et de grès se voient ainsi sur une étendue de plus de cinq kilomètres, avec un plongement uniforme vers le N.-N.-E., ce qui peut donner une idée de leur puissance.

A un kilomètre au sud de Rébenac, sur les bords de la route des Eaux-Chaudes, on exploite pour l'entretien des routes un calcaire gris foncé, dur, à parties spathiques blanchâtres, répandant par le choc une odeur désagréable, et présentant à la cassure des traces circulaires de corps organisés tubuleux, des *Serpules* sans doute. Ce sont peut-être des empreintes semblables indiquées par quelques auteurs, et notamment par Palassou, qui ont fait croire à la présence des Nummulites dans ces couches.

Au-delà de cette carrière, la route est obligée de faire un coude considérable pour contourner la base de l'éminence élevée qui porte le nom de Pic-de-Rébenac. Cette éminence est formée à sa base par des schistes noirâtres, finement micacés, devenant d'un brun-marron par l'exposition à l'air. Ils renferment quelques restes fort rares de corps organisés, et j'ai pu y recueillir des empreintes d'une *Ammonite* indéterminable, et des huîtres plissées que je crois pouvoir rapporter à l'*Ostrea macroptera*, Sow., des parties supérieures du terrain néocomien. Au milieu de ces schistes est intercalée une couche de calcaire compacte presque noir, très-fétide, sans fossiles. Tous ces bancs sont fortement tourmentés et ne présentent pas de traces constantes de direction ni de plongement.

Les schistes noirs forment presque toute la masse du Pic-de-Rébenac. Le sommet est un plateau couvert de hêtres, terminé à l'ouest par des escarpements de 40 à 50 mètres de rochers décharnés, couronnant les pentes boisées inférieures. Ces rochers sont formés par un calcaire fétide, subcrystallin, devenant blanchâtre par une longue exposition à l'air. Palassou a indiqué dans cette roche des *corps circulaires ayant l'apparence de corps marins pétrifiés*; malgré des recherches minutieuses, je n'ai pu y découvrir aucune trace de corps organisés fossiles.

Du pied du Pic-de-Rébenac, la route se dirige vers le S., en montant très-sensiblement jusqu'à Sévignac. Dès qu'on a dépassé ce vil-

lage, on descend rapidement le flanc des côteaux qui dominent le Gave en ce point, et le forcent à faire ce coude remarquable qui a éveillé l'attention de Palassou, et plus tard celle de M. de Collegno. On retrouve sur cette descente les schistes bruns renfermant quelques couches d'une dolomie compacte d'un noir intense, et dirigés O.-S.-O. à E.-N.-E.

La ville d'Arudy, située au pied des montagnes, au débouché de la vallée d'Ossau, est bâtie au milieu d'une plaine bordée au S.-O. par la montagne de Bager. Des rochers nus et arides forment une sorte de ceinture au pied des flancs boisés de cette montagne, avec lesquels ils contrastent par leur complète stérilité. Leur hauteur est d'environ 60 à 80 mètres, et ils sont alignés en plusieurs bandes séparées par des défilés de largeur variable et remarquables par leur régularité. Ces rochers sont formés par un calcaire ou marbre semi-cristallin, un peu translucide, à cassure plane, et sont fréquemment traversés de veines de carbonate de chaux lamelleux grisâtre, à éclat nacré. — Je n'y ai vu aucun indice de fossiles, bien que Palassou y ait indiqué les mêmes *corps circulaires* qu'au sommet du Pic-de-Rébenac.

2^o Coupe de Mauléon à Navarreins.

Un peu en aval de Libarrens, à deux kilomètres sud de Mauléon, le Soison est encaissé entre des schistes noirs calcarifères, dirigés N.-N.-E à S.-S.-O. Au milieu même du ruisseau, au lieu dit *Lura*, s'élèvent plusieurs gros rochers d'un calcaire presque spathique, un peu cellulaire ou caverneux, lamelleux et d'un blanc nacré un peu grisâtre, ou grenu et d'une couleur ocracée, traversé de veines de talc écailleux, et renfermant des cristaux très-petits de pyrite dodécédrique. Ces rochers ont été déjà décrits par M. de Charpentier, et ont acquis une certaine célébrité en ce qu'ils sont un des rares gisements du Dipyre. Ce minéral s'y trouve ordinairement disséminé dans les veines talquenses, quelquefois implanté dans le calcaire sous forme de prismes droits à base carrée, à arêtes latérales modifiées. — Les roches dipyrifères ne présentent pas elles-mêmes de traces de stratification; cependant, elles paraissent étroitement liées aux schistes argileux qui les entourent de tous côtés, et M. de Charpentier affirme qu'elles leur sont subordonnées; leur aspect et leur nature sont si différents de ce que l'on observe généralement dans cette partie du Béarn, qu'il ne serait pas impossible que les ophites eussent joué un rôle dans leur formation. On sait que ces roches se montrent à Gottein, à un kilomètre au sud de Libarrens.

Sur la route de Libarrens à Mauléon, au pied des montagnes situées sur la droite, on voit des calcaires d'un noir foncé, coupés de veines

spathiques blanches. Dans le lit même du Gave, sous le pont, ces calcaires alternent avec des schistes noirs, et sont inclinés au S. de 60° environ.

En suivant la route de Mauléon à Navarreins, on marche sur la plaine du Gave pendant 3 kilomètres. Au-delà de Laruns, un peu après la borne du 56^e kilomètre, on voit apparaître des bancs d'un calcaire marneux noir schistoïde, dirigés O.-N.-O. à E.-S.-E., et inclinés de 45° vers le N.-N.-E.

Plus haut, ces mêmes calcaires alternent avec des sables jaunes très-fins, un peu micacés, très-nettement stratifiés, et avec des marnes grises présentant à la cassure de larges faces couvertes d'un enduit d'un noir très-foncé. Ces diverses roches forment des bancs d'environ 0^m,50 d'épaisseur, et plongent de 45° au N.-N.-E. Elles sont recouvertes, vers le haut de la montée, par des assises de poudingue diluvien, au-delà desquelles elles reparaissent avec une inclinaison croissante au N.-N.-E., et qui finit par atteindre 60 à 70°. En continuant à avancer, on voit ces couches plonger en sens contraire, c'est-à-dire au S.-O., puis se contourner et présenter une série d'ondulations très-prononcées. — En sortant de Berrogain, on retrouve les mêmes alternances de marnes argileuses fines et de grès friables jaunâtres à grains très-fins, très-bien stratifiés. Vers le haut des côteaux, ces couches plongent au S.-O. de 20 à 30°, en présentant des ondulations assez faibles. — A quelques pas de là l'inclinaison a lieu vers l'O., sous un angle de 30° ; puis, un peu plus bas, on voit sortir de dessous les marnes les calcaires noirs. L'inclinaison N. ne tarde pas à reparaître, et au 53^e kilomètre elle atteint 70 à 80°.

A la montée après Montcayolle, on retrouve les calcaires marneux noirs, schistoïdes, alternant avec des couches marneuses et arénacées, et plongeant de 45° au S.-E., inclinaison qui se voit jusqu'au 51^e kilomètre. Elle devient ensuite S.-O. pendant quelques pas, puis retourne brusquement au N.-E. Au-delà du 50^e kilomètre, sur toute la descente, les couches plongent au N.-N.-E. de 30 à 35°.

Le poudingue diluvien commence à se montrer au-delà du 46^e kilomètre, à la descente. Sur le revers opposé de la dépression que traverse la route, il y a une carrière ouverte dans des calcaires noirs argilifères, schistoïdes, intercalés dans des grès feuilletés jaunâtres, qui présentent, à la cassure faite suivant les joints de stratification, des empreintes en creux provenant sans doute de débris de végétaux détruits. Le tout est recouvert par des couches puissantes de poudingue, qui constituent les deux ou trois petits côteaux que l'on a à traverser avant de se trouver dans la plaine de Navarreins.

Navarreins est une ville fortifiée, située au milieu de la petite plaine unie qui forme le fond d'une vallée dont la largeur moyenne est de trois à quatre kilomètres. Cette plaine est formée par les anciennes alluvions du Gave, bordé actuellement par des berges de 5 à 6 mètres de hauteur. — Un petit chemin conduit de Navarreins au bord de cette rivière, près de l'abattoir; et comme, pour adoucir la pente, on a été obligé d'entailler profondément le sol, on peut y voir se succéder des alternances nombreuses de sables jaunes, très-fins, micacés, très-purs, et de grès schistoïdes grisâtres, micacés, à ciment calcaire, en couches de 0^m, 2 à 0^m, 5 d'épaisseur, plongeant d'environ 70° au S.-S.-O. Au contact des couches de sable et de celles de grès, il y a quelquefois des lits de marne grisâtre de 0^m, 02 à 0^m, 03 d'épaisseur.

Les mêmes couches se retrouvent dans le lit même du Gave, où elles forment un barrage naturel dans lequel les bancs, se présentant par leurs tranches, se continuent avec une grande régularité d'une rive à l'autre; leur direction est O.-N.-O. à E.-S.-E.

3^o Coupe de Sauveterre à Sallies et Berenx (PL. II).

Si l'on suit la route de Sallies en partant de Sauveterre, on trouve en montant des dépôts assez épais de poudingue rougeâtre diluvien, auxquels succèdent, entre le 23^e et le 22^e kilomètre, des argiles ou marnes schistoïdes, d'un gris-verdâtre, alternant avec des sables jaunes, et plongeant de 6 ou 8° au S.-S.-E. — En descendant le revers opposé du côteau, on voit se mêler à ces alternats des bancs de psammites durs, grisâtres, traversés de veines spathiques, et plongeant au S.-E. de 30°.

Plus bas, les couches deviennent presque verticales, et on voit apparaître des calcaires grisâtres, terreux, dans lesquels j'ai recueilli un moule d'*Inocérame* et une empreinte d'une *Nucule* qui paraît inédite. Ils alternent avec des marnes et des grès de couleur ocracée. — A quelques centaines de pas de la route, sur le versant d'un petit vallon, on exploite des calcaires très-durs, d'apparence fragmentaire ou grumelée, tout-à-fait identiques à ceux déjà signalés entre Gan et Rébenac, et associés à des calcaires compactes, à cassure conchoïde.

On rencontre, avant le 20^e kilomètre, des alternances de marnes et de grès plongeant au S., puis une succession d'assises de marnes schistoïdes et de sables roux micacés, très-fins, plongeant au S. de 15 à 20°. Ces couches s'observent jusqu'au bas de la descente vers Sallies.

En suivant la route de Sallies à Berenx, au haut de la première montée il y a des bancs d'une marne schistoïde micacée noirâtre, alternant avec une sorte de calcaire terreux assez dur, de couleur violacée, inclinés au S. de 8 à 10°. — Un peu avant le 11^e kilomètre.

on voit des alternances de marnes et de grès schistoïdes plongeant de 45° S. A la descente vers Berenx, on trouve des argiles marnées noirâtres schisteuses, et des sables et grès micacés, plongeant de 45° S. Plus bas, ces couches, entamées par le tracé de la route, présentent des plissements nombreux et un plongement général au N.-N.-O. Enfin, au pied des côteaux, on rencontre des dépôts puissants de calcaires.

Ces calcaires forment les deux rives du Gave qu'ils encaissent étroitement depuis Berenx jusqu'à Orthèz, et surtout devant cette dernière ville. Ils ont été entaillés sur une foule de points par le tracé de la nouvelle route d'Orthèz à Bayonne. — Ils sont d'une couleur grise un peu enfumée; leur texture est subcristalline, leur cassure un peu esquilleuse. — Ils sont traversés par des veines nombreuses de calcaire spathique, ordinairement d'un beau blanc de lait, se divisant avec facilité suivant les plans de clivage propres à ce minéral. Les fossiles sont extrêmement rares dans ces calcaires, et il est fort difficile de les extraire et de les dégager assez complètement pour pouvoir les déterminer. — J'ai pu cependant recueillir, près du pont de Berenx, plusieurs échantillons qui ont été rapportés par M. d'Orbigny aux espèces suivantes :

Rhynchonella lata, d'ORB.

Terebratula... sp. nov., voisine du *T.*

Menardi, d'ORB.

Terebratula buplicata, DEFR.

Terebratula, indétt.

Radiolites polyconilites, d'ORB.

Piquants de *Cidarides*.

4° Falaise de Bidart (PL. II).

La coupe des falaises de Bidart à Biarritz a été décrite à plusieurs reprises, et notamment par M. Thorent qui l'a figurée. (1) Comme elle présente un grand intérêt, je l'ai dessinée avec soin en relevant les inclinaisons à chaque changement qu'elles présentaient, et je la décrirai à mon tour avec quelque détail dans ce chapitre et dans celui qui est relatif au terrain nummulitique.

Au pied de l'éminence élevée de Bidart, les falaises sont composées de couches inclinées de 7° à l'O.-S.-O., (2) d'un calcaire terreux, un

(1) *Mém. Soc. géol. de France*, 2^e série, t. I, p. 181. 1846.

(2) Je dois dire ici que les plongements indiqués ne sont que les plongements apparents, rarement les plongements *maxima*; car il est fort rare de trouver aux environs de Biarritz des couches se montrant par leurs tranches, et, par suite, de relever leur direction. De plus, il est rare que les couches soient coupées dans les falaises suivant des plans perpendiculaires à la direction, ce qui fait que les inclinaisons observées sont généralement trop faibles, et qu'il est difficile de reconnaître leur orientation normale.

peu marneux, tendre, d'un gris presque blanc, dans lequel ont été trouvés des *Ananchytes* et quelques autres fossiles.⁽¹⁾ En suivant la falaise vers le N., c'est-à-dire vers Biaritz, on rencontre une petite lacune occupée par les sables de la plage, au-delà de laquelle les mêmes calcaires, à cassure conchoïdale, plongent de 5 à 6° S.-S.-O. L'inclinaison atteint 15° plus loin, puis les couches deviennent horizontales sur un court espace, et plongent à l'O.-N.-O. de 30°. — Une nouvelle lacune existe en ce point; puis, au-delà, les calcaires blancs reparaissent plongeant à l'O.-S.-O. Un peu plus loin, ils sont remplacés par des calcaires rougeâtres, à nodules plus durs de la même substance, associés à des calcaires blancs. Le plongement à l'O.-N.-O. augmente jusqu'à 50°; puis, un peu au-delà, il a lieu au N.-O. sous un angle de 60°.

Une petite lacune, dont le fond est occupé par les dépôts de gypse qui ont été mentionnés par tous les auteurs qui ont décrit les falaises de Biaritz, sépare ce massif du reste de la falaise. Ces deux escarpements présentent des caractères pétrographiques essentiellement différents, car au-delà des dépôts gypseux les couches consistent en des calcaires siliceux grisâtres, nettement stratifiés, alternant avec des lits très-réguliers et de quelques centimètres seulement d'épaisseur de silex pyromaqué noir. Le tout plonge au N.-N.-O. dans la falaise: mais à quelques pas, sur la plage, les bancs se montrent par leur tranche, et il est facile de déterminer leur direction qui est à l'O.-N.-O. et leur plongement normal au N.-N.-E. sous un angle très-fort.

Après ce massif de calcaire siliceux, il y a une lacune considérable, dont le fond est formé par le sable de la plage, et plus loin par de petites dunes. Du côté opposé de cette lacune, la falaise recommence, mais elle n'a plus rien de commun avec ce que nous avons vu jusqu'ici, et présente, dès son origine, tous les fossiles caractéristiques des terrains nummulitiques.

(1) Grâce à l'obligeance de M. Raulin qui a bien voulu mettre quelques-unes de ses notes manuscrites à ma disposition, je puis prolonger la coupe des falaises crétacées jusqu'au-delà de Bidart. — D'après ces notes, il y a au-dessous du village de Bidart une grande masse d'argile verdâtre et rouge avec lits calcaires çà et là. — A la base des falaises, ces argiles renferment des poudingues talqueux grossiers ou fins et des calcaires grenus avec pyrite. Un peu plus loin, en suivant la plage vers Biaritz, il y a, dans ces mêmes argiles, des lits un peu plus solides de 0^m,2, plongeant de 45° au N. 35° O., avec grands *Inocérames*. Les couches deviennent rougeâtres et renferment des *Ananchytes*. — Elles plongent de 23° au N. 30° O. dans la partie sud de la pointe de la Madelaine; ce sont des banes irrégulièrement stratifiés de craie violâtre, à cassure conchoïdale. — Les couches, un instant horizontales, plongent de suite de 25° au S.-O. — Ce sont alors les premiers bancs dont je viens de donner la description.

Je dois faire remarquer ici une erreur qui s'est glissée dans le Mémoire de M. Thorent. Cet auteur figure un rocher ophitique en avant de la falaise crétacée, vis-à-vis le dépôt de gypse. — Comme j'ai étudié ces falaises les coupes de M. Thorent à la main, je puis affirmer qu'il n'y a pas un seul rocher en mer, depuis le commencement de la falaise crétacée au N. jusqu'à Bidart, et que le bloc d'ophite dont il est ici question se trouve à plus de deux kilomètres plus au N., en face de la falaise nummulitique, ainsi que nous le verrons plus loin. — Enfin, il paraît que la mer houleuse de ces parages a apporté de grandes modifications dans les falaises, car il ne reste plus aucun indice de la disposition remarquable du gypse et de l'ophite figurée dans le Mémoire publié en 1832 par M. Dufrenoy, dans les *Annales des mines*.

La première de ces coupes nous montre une succession puissante de couches calcaires et arénacées se relevant uniformément vers les Pyrénées, de telle sorte qu'en allant de Pau à Arudy on traverse à-peu-près toute la série des dépôts. A Rébenac, des schistes noirs et des calcaires ou marbres de couleur foncée apparaissent au-dessous des grès et des calcaires à teintes claires supérieurs. — Une première observation qui résulte de cet examen, c'est l'existence de deux facies dans la succession des couches : 1° des roches arénacées et calcaires à la partie supérieure ; 2° des schistes noirs et des calcaires à couleurs foncées au-dessous.

Dans la coupe de Mauléon à Navarreins, nous voyons, aux schistes noirs de Libarrens et de Mauléon, succéder des couches très-tourmentées de marnes calcaires schistoïdes noirâtres, puis des sables ou grès fins et des marnes. — Les calcaires noirs paraissent le plus souvent associés aux couches les plus inférieures, et se montrent généralement là où les strates repliés présentent un angle dont le sommet est dirigé en haut, c'est-à-dire là où les couches les plus anciennes ont été portées au jour.

De Sauveterre à Berenx, les couches plongent à-peu-près constamment vers les Pyrénées, et on passe ainsi des couches les plus supérieures aux plus inférieures. On a d'abord une succession puissante de grès et de calcaires, puis au-dessous, vers Berenx, on voit sortir des marbres gris à *Térébratules*, etc.

Enfin, la falaise de Biaritz démontre la complète indépendance des terrains nummulitiques et des terrains crétacés. On n'y voit plus aucune trace des assises alternatives de grès et de calcaire, mais à la place apparaissent des calcaires siliceux à silex pyromaque.

D'après l'examen des falaises jusqu'à Bidart, on ne saurait préciser au juste la position de ces calcaires siliceux ; on serait même disposé à

les croire supérieures aux calcaires conchoïdes. Cependant, comme ces couches à silex reparaissent avec un grand développement au sud de Guethary, et principalement à Saint-Jean-de-Luz où elles plongent vers le N., et que, d'un autre côté, elles ne se voient point sous Bidart où elles devraient se montrer, d'après l'allure des assises, si elles étaient réellement supérieures, qu'enfin leur association aux grès paraît certaine sur d'autres points, il faut expliquer ce fait de leur présence à l'origine de la falaise crétacée de Bidart, en supposant qu'un lambeau assez étroit de calcaires conchoïdes, déposé primitivement dans une dépression du calcaire siliceux, a formé les falaises de Bidart, dont les roches ne se rencontrent pas plus au Sud. — Une faille qui s'est produite suivant la lacune au fond de laquelle se trouvent les argiles gypsifères a sans doute relevé les calcaires siliceux, tandis qu'elle a abaissé les calcaires conchoïdes, ce qui a donné lieu à l'apparence trompeuse que présente la falaise en ce point.

En résumé, je crois pouvoir établir dès à présent la subdivision des terrains crétacés du bassin de l'Adour en trois grands groupes : 1^o à la partie inférieure, une formation puissante de schistes bruns ou noirs avec bancs de calcaire subordonnés ; 2^o succession puissante de psammites, de calcaires et de marnes ; 3^o à la partie supérieure, des calcaires gris, tendres, renfermant des *Ananchytes*, etc. Il m'a paru impossible, dans l'état actuel de nos connaissances, d'instituer des subdivisions d'un ordre inférieur dans chacun de ces groupes. — Nous allons maintenant étudier les particularités qu'ils présentent dans leur extension horizontale, puis nous passerons à l'étude comparative des massifs isolés de la Chalosse.

Terrains crétacés du Béarn.

— 1^o Le groupe des *Schistes noirs ou brunâtres et des calcaires* est principalement développé dans la partie du Béarn qui touche aux Pyrénées, au sud d'une ligne dirigée à-peu-près de l'E.-S.-E. à l'O.-N.-O., et allant de Rébenac à Oleron, puis passant un peu au N. de Cambo. Au nord de cette ligne, les bancs de cet étage sont recouverts par les puissants dépôts du groupe moyen, au-dessous desquels ils reparaissent sous forme de calcaires ou marbres gris dans la vallée du Gave de Pau, aux environs d'Orthèz. Probablement aussi il faut leur rattacher plusieurs des massifs crétacés de la Chalosse.

Les caractères de ce groupe sont assez uniformes ; nous avons vu qu'au sud de Rébenac il consiste en alternances de marnes et de calcaires ou marbres. Des roches analogues forment les côteaux élevés situés à l'O. de Rebenac, et contiennent des couches subordonnées de

dolomies compactes noires à veines spathiques blanches, ou saccharoïdes et d'un gris enfumé. La limite passe un peu au sud d'Oleron, et on retrouve les schistes noirs autour de Mauléon. Leurs caractères restent à-peu-près identiques vers l'O., et on les voit s'appuyer sur les montagnes primitives du Labourd, sous forme de schistes bruns avec couches de dolomies noires et de calcaires ou marbres gris. Au nord de Cambo, les couches du groupe inférieur se mêlent dans les parties supérieures de petits lits de sables ou de grès, et on ne tarde pas à trouver les roches du groupe moyen, qui se continuent jusqu'au-delà de Villefranque.

Aux environs d'Orthèz, il y a des dépôts puissants de calcaires ou marbres gris qui, ainsi que nous l'avons vu, sortent au-dessous des dernières couches du groupe des psammites. Ces calcaires sont ordinairement d'un gris un peu enfumé, compactes ou subspathiques. D'autres fois, leur couleur devient d'un noir foncé par le mélange de matières charbonneuses. Ils sont ordinairement mal stratifiés; cependant les couches deviennent très-distinctes sur certains points, comme entre les bains de Beure et Lanneplâa, où elles affectent une direction à l'O.-N.-O., et un plongement de 50 à 60° au S.-S.-O., sur les bords du Gave à Castetarbe, etc. Sur la rive gauche du Gave-de-Pau, ils forment presque à eux seuls les côteaux compris entre les villages de Castetner, Loubieng, Montestrucq, Lanneplâa et Berenx. Ils se montrent très-développés depuis Orthèz jusqu'à Berenx, dans le lit du Gave qu'ils encaissent étroitement sur beaucoup de points. et forment des escarpements abruptes de 20 à 25 mètres d'élévation entre Sainte-Suzanne et les bains de Beure. Sur la rive droite, on les retrouve à Souars et à Baigtz; mais au N. de la ligne tirée entre ces deux villages, ils ne tardent pas à disparaître sous les formations tertiaires.

Dans ces calcaires, on trouve fréquemment des amas et des veines d'un lignite que l'on a pris trop souvent pour de la houille, et qui a donné lieu à des recherches dispendieuses qui ont été nécessairement sans succès. Ce lignite est d'un beau noir luisant, le plus souvent lamelleux, et est disséminé en filets, veines ou amas dans le calcaire dur. On l'observe surtout à Sainte-Suzanne et à Baigtz.

Au sud-ouest de Saint-Boës, près du moulin de Monnic, il y a, au milieu de ces calcaires, des amas de gypse fibreux et de soufre natif sur lesquels nous reviendrons.

Je me suis déterminé à rapporter les calcaires d'Orthèz au groupe inférieur des terrains crétacés, parce que par leur nature minéralogique ils rappellent parfaitement les marbres du Pic-de-Réhenac et d'Arudy.

— 2^o Le groupe des *Psammites et Calcaires*, beaucoup plus varié dans sa composition, vient s'appuyer au Sud sur les assises du groupe inférieur; la ligne de jonction est à-peu-près dirigée, comme nous l'avons vu, du S.-S.-E. à l'O.-N.-O. de Rébenac à Cambo, en passant par Mauléon. Au N., il s'enfonce sous les dépôts diluviens au-delà d'une ligne tirée de Gan à Luc et allant se terminer à Loubieng; à partir de ce dernier village, il s'appuie sur les calcaires gris d'Orthèz, portés au jour par suite d'un relèvement des couches. Il ne franchit la vallée du Gave de Pau qu'entre Orthèz et Puyoo, sur un petit nombre de points; à l'ouest de cette dernière ville, ses limites sont à-peu-près alignées de l'E. à l'O., et peuvent être représentées par une ligne tirée de Puyoo à Bidache, et allant se terminer entre Biaritz et Bidart. Au nord de cette ligne, il est presque partout recouvert par les dépôts nummulitiques. Il ne paraît pas se retrouver en Chalosse avec les mêmes caractères que dans le Béarn, mais il y est représenté par d'autres roches.

Nous avons déjà étudié la composition de cet étage entre Gan et Rébenac; à l'O., on voit reparaître les psammites et les calcaires sous le poudingue diluvien autour de Lassenbe et d'Estialesq; ces assises s'enfoncent sous les poudingues à six kilomètres au N. d'Oleron. Entre Monnein et Navarreins, elles sont partout cachées par les dépôts diluviens et ne reparaissent que près de Navarreins. Elles acquièrent un grand développement entre Mauléon et Navarreins; au nord de cette dernière ville, sur la route d'Orthèz, les sables micacés, très-nettement stratifiés, deviennent dans quelques parties d'une finesse extrême et d'un blanc-rosé éclatant.

D'Orthèz à Sauveterre, après avoir dépassé les calcaires gris, on monte vers Ozenx, où des alternats de marnes schistoïdes et de grès plongent de 20° au S.-O. avec une direction O.-N.-O. Les calcaires d'Orthèz se montrent au pied du coteau de Montestrucq; l'éminence élevée au sommet de laquelle est situé ce village, est en partie formée, au-dessous des sables et des cailloux roulés, par des marnes fissiles et des psammites feuilletés plongeant de 15 à 20° au N.-O.

Les environs d'Orion et d'Orriule sont extrêmement accidentés et offrent des coteaux fort élevés, à croupes arrondies et gazonnées; ils ont été décrits avec beaucoup de détail par M. Dufrenoy. Je n'ai pu reconnaître toute la succession de couches énumérées par ce savant géologue, et il ne m'a pas été donné de trouver la moindre trace de Nummulites dans les affleurements que j'ai visités, bien que j'aie parcouru avec soin toutes les carrières. — Ces carrières m'ont offert seulement des calcaires grumelés, à structure fragmentaire ou conchoïde, parfaitement identiques avec ceux qui ont été signalés entre Gan et

Rébenac. Avec ces calcaires alternent des marnes et des psammites plus ou moins grossiers, plongeant généralement au Sud.

A l'ouest de Sauveterre, on voit apparaître des couches particulières qui n'existent pas à l'E., et qui ne sont sans doute qu'un facies spécial des calcaires associés aux psammites. Ce sont ces calcaires plus ou moins siliceux, à silex pyromaque, que nous avons déjà entrevus dans la coupe des falaises de Bidart.

A Bidache, ces calcaires prennent un grand développement. Leur couleur est le gris ou le gris-enfumé, leur texture grenue. Leur solidité est très-grande, et ils fournissent une excellente pierre de taille employée dans presque toute l'étendue du bassin de l'Adour. Ils sont stratifiés en couches dont l'épaisseur varie de quelques décimètres à 1 mètre ou à 1^m,50, et qui alternent avec des lits très-réguliers, de 0^m,03 à 0^m,05 d'épaisseur, de silex pyromaque noir ou noirâtre translucide, à cassure conchoïde. — Le calcaire se divise assez aisément suivant le plan de la stratification, et les surfaces de séparation sont alors presque toujours couvertes de nombreuses impressions de *Fucoïdes* de formes variées (*Fucoïdes canaliculatus*, Ad. Brongn.). La direction des strates est O.-N.-O., et le plongement a lieu généralement vers le N.-N.-E., sous des angles de 25 à 30°.

Sur la rive droite de la Bidouze, ces calcaires sont recouverts jusqu'au bord du Gave par de puissants dépôts sablonneux ou caillouteux; mais au Sud, en allant vers Saint-Palais, dans les vastes landes appelées Bois-de-Mixe, on peut les voir alterner avec des grès et des sables, comme l'a reconnu M. Dufrenoy (*Ann. des mines*, 2^e série, t. VII, n° 360. — 1830).

Ces calcaires paraissent se continuer vers l'ouest, à travers les vastes étendues des landes d'Hasparren; cependant je ne les ai pas observés entre Cambo et Bayonne, mais nous savons qu'ils existent à Bidart, et qu'ils acquièrent une grande importance à Saint-Jean-de-Luz, etc.

C'est à cet horizon que nous croyons pouvoir rapporter les argiles bigarrées qui renferment le sel gemme à Villefranque, Oràas et Carresse. Les détails qu'ont donnés tout récemment MM. Crouzet et de Freycinet, (1) sur le gîte de Villefranque en particulier, ont démontré l'intercalation du sel dans des marnes, sa stratification et son association à des gypses renfermant des cristaux de quartz hyacinthe. Ces observations concordent parfaitement avec les détails que M. Dufrenoy a fournis sur le gisement de Cardone (2) situé sur le versant Pyrénéen espagnol, où l'on voit l'association des couches de sel à des marnes et

(1) *Ann. des mines*, 3^e série, t. IV, p. 395. 1853.

(2) *Ann. des mines*, 3^e série, t. VIII, p. 44. 1832.

à des grès qui représentent très-probablement notre étage des calcaires et psammites.

— 3° Le troisième groupe, celui des *Calcaires Conchoïdes*, est fort peu développé dans le Béarn. Il n'a été reconnu avec quelque certitude qu'à Bidart et entre Villefranque et Saint-Pierre-d'Irudy, près Bayonne.

Terrains crétacés de la Chalosse.

A. Terrains crétacés inférieurs.

Je pense qu'il faut rattacher au groupe le plus inférieur des terrains crétacés, les dépôts suivants de la Chalosse :

1° *Massif de Saint-Lon*. — Près de Saint-Lon, au lieu dit la *Rue Mesquine*, on exploite comme combustible des amas très-considérables de lignite, passant parfois au jayet, d'un noir luisant et ordinairement lamelleux. Cette substance se trouve en couches de 1 à 2 mètres d'épaisseur, dans des calcaires marneux ou des marnes grises bitumineuses plongeant vers l'E. Les couches, au nombre de quatre, sont généralement très-pyriteuses, surtout les supérieures. On trouve, dans les marnes et les lignites, des rognons souvent très-volumineux de succin. Les travaux ont été poussés, à ce qu'il paraît, jusqu'à une profondeur de 80 mètres. Certaines assises marneuses renferment une assez grande quantité de fossiles, parmi lesquels j'ai pu recueillir les espèces suivantes :

Cardium hillanum, Sow.

Lucina Dupiniana? D'ORB.

Corbula, indét.

Solen, indét.

Mytilus semiradiatus? D'ORB.

Mytilus... voisin du *M. acutirostris*, GOLDF.

Ostrea Couloni? D'ORB.

Anomia laevigata? NYST.

Lingula?

Ces dépôts, sur l'âge desquels je n'étais point fixé lors de la publication de ma première Notice, et que j'avais rapportés avec beaucoup de doute à l'âge des molasses du Fronsadais (Gironde), c'est-à-dire à l'horizon des gypses du bassin de Paris, me paraissent représenter, dans la Chalosse, les calcaires gris à lignites d'Orthèz.

2° *Dolomies de Dax*. — A Tercis, au-dessous de la craie à *Ananchytes*, il y a des amas de dolomies rougeâtres saccharoïdes exploitées, et renfermant de très-rares débris d'oursins et d'huitres indéterminables. — Près de Dax, des roches analogues s'observent au pied de l'éminence ophitique du Pouy-d'Euse. Sur les flancs du même monticule s'appuient des lambeaux de calcaires un peu magnésiens, avec empreintes de *Fucoïdes*. Je pense que ces diverses roches, dont le rang est fort obscur dans la série des terrains, peuvent être assimilées aux

calcaires gris d'Orthèz et à la formation des schistes noirs, qui renferment souvent des couches de dolomie subordonnées.

3^o *Massif du Pouy-d'Arzet.* — Le Pouy-d'Arzet, près de Saint-Pandelon, est un coteau ophitique, contre lequel s'appuient des couches presque verticales de calcaires noirs, compactes, fétides, qui sont parfaitement identiques à ceux de Castetarbe, près d'Orthèz, auxquels je les rattache. Au pied du massif primitif et ophitique du Montpérour, à Rouzets, il y a des dolomies rougeâtres analogues à celles de Dax.

4^o *Massif de Montaut et d'Audignon.* — Le village de Montaut est bâti sur une éminence fort élevée, qui forme un de ces promontoires dont j'ai déjà parlé. Cette éminence est presque entièrement constituée par des calcaires durs, un peu magnésiens, compactes ou compacto-caverneux, sans fossiles, marbrés de veines de calcaire spathique, qui rappellent parfaitement les calcaires gris d'Orthèz auxquels je les assimile. — Ces calcaires se prolongent vers le S.-E., et constituent des coteaux considérables autour d'Audignon; on les retrouve encore dans les environs des villages de Boulou et d'Eyres. — Ils sont fréquemment cachés par les terrains nummulitiques et par le sable des Landes.

Au sud du village d'Eyres, il y a des calcaires durs, blancs, en plaquettes, sans fossiles, qui pourraient bien ne pas dépendre de la même formation.

B. Terrains crétacés moyens.

Les argiles rouges séléniteuses de la Chalosse me paraissent représenter l'étage des calcaires et psammites du Béarn. MM. Crouzet et de Freycinet⁽¹⁾ ont fait voir en effet dernièrement les rapports qui existent entre ces argiles et les marnes bigarrées renfermant le sel gemme à Oras, Villefranque, etc. — Elles se trouvent au pied du Pouy-d'Arzet; à Bastennes, au sommet du coteau, elles ont été exploitées pour le sulfate de chaux qu'elles contiennent sous forme de veines. Sur le versant du même coteau, au Traouc, elles affleurent de toutes parts sur les bords des chemins: elles sont d'un rouge de sang et contiennent, près de la métairie du Traouc, de nombreux cristaux d'arragonite, sur lesquels sont implantés de petits prismes de quartz hyacinthe. A Gaujac, les argiles rouges gypseuses apparaissent encore sur plusieurs points au sommet de la colline.

La production de ces argiles est difficile à expliquer. L'hypothèse de M. Ami Boué,⁽²⁾ qui pense qu'elles sont le résultat d'anciennes sources thermales, en rendrait cependant compte d'une manière assez satisfai-

(1) *Loco citato.*

(2) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 1^{re} série, t. XIV, p. 419. 1843.

sante, en ce qu'elle expliquerait en même temps l'origine de l'arragonite et l'implantation de cristaux de quartz sur cette dernière substance, la silice ayant pu se trouver à l'état de dissolution dans les eaux.

C. Terrains crétacés supérieurs.

1^o Entre les communes de Tercis et de Rivière, l'Adour est encaissé par des rochers élevés qui présentent beaucoup d'intérêt à cause du grand nombre de fossiles qu'ils renferment. Ils sont constitués par des calcaires terreux assez durs, en couches fortement redressées et plongeant généralement au N.-E., sous des angles de 40 à 50°. Les strates inférieures sont ordinairement colorés en bleu, et contiennent une grande quantité de rognons irréguliers de silex en tout semblables à ceux de la craie blanche du bassin de Paris. — Les strates supérieures sont d'une couleur jaunâtre et sans silex. Au reste, il n'y a aucune distinction à établir entre les assises qui offrent ces deux teintes, et leurs fossiles sont absolument les mêmes. — Voici la liste des espèces que j'ai recueillies à Tercis et à Rivière :

<i>Tragos pisiformis</i> , GOLDF.	<i>Ostrea vesicularis</i> , LAMCK.
<i>Asterias stratifera</i> , DES M.	<i>Inoceramus regularis</i> , D'ORB.
<i>Cyphosoma Milleri</i> , AGASS.	— <i>impressus</i> ? D'ORB.
<i>Micraster cor-anguinum</i> , AGASS.	— <i>Lamarckii</i> , ROEMER.
<i>Ananchytes ovata</i> , LAMCK.	<i>Lima Mantelli</i> , GOLDF.
— <i>striata</i> , LAMCK.	<i>Peeten nitidus</i> , SOW.
— <i>striata</i> , var. <i>altissima</i> .	— <i>papyraceus</i> , D'ORB.
— <i>gibbus</i> , LAMCK.	<i>Nautilus</i> , indét.
<i>Eschava</i> , indét.	<i>Ammonites Derheui</i> , ROEMER.
2-3 espèces de <i>Bryozoaires</i> , indét.	— 1-2 espèces, indét.
<i>Terebratula semiglobosa</i> , SOW.	<i>Scaphites compressus</i> , D'ORB.
<i>Rhynchonella vespertilio</i> , D'ORB.	

2^o Des calcaires parfaitement identiques à ceux de Tercis, avec *Ananchytes* et *Ostrea vesicularis*, affleurent entre Pouillon et le Pouy-de-Montpérour, dans le quartier d'Arriosse. — Ils paraissent reposer sur les dolomies et sur les calcaires fétides du Pouy-d'Arzet.

3^o A Audignon, des calcaires grisâtres renfermant l'*Ostrea Mathemontiana*, d'Orb., représentent certainement la craie supérieure.

RÉSUMÉ SUR LES TERRAINS CRÉTACÉS DU BASSIN DE L'ADOUR.

Si nous résumons les faits précédemment exposés, nous arriverons aux conclusions suivantes :

1^o Les terrains crétacés, tout-à-fait indépendants des terrains num-

multitiques, forment une grande partie des côteaux du Réarn, et plusieurs massifs isolés dans la Chalosse;

2° Ils se subdivisent en trois grands groupes assez distincts;

3° Le groupe inférieur comprend des schistes noirs, des marbres ou calcaires subcrystallins, des marnes à lignites et des dolomies. Un fossile qui paraît se rapporter à une espèce du terrain néocomien supérieur (*Ostrea macroptera*) a été trouvé dans les assises inférieures. Les assises supérieures sont caractérisées par des espèces analogues à celles du terrain crétacé inférieur des environs de Rochefort (Charente-Inférieure), c'est-à-dire du grès vert;

4° Le deuxième groupe est formé par des psammites, des grès et des sables fins, alternant avec des calcaires compactes, conchoïdes ou fragmentaires, et des marnes quelquefois schistoïdes. — Des calcaires siliceux à *Fucoides*, avec lits très-réguliers de silex pyromaque, se développent vers l'O. dans cette formation;

5° Enfin, le groupe supérieur comprend des calcaires gris-bleuâtre, avec ou sans rognons de silex, et renferme des fossiles qui paraissent avoir leurs identiques dans la craie blanche des environs de Paris (*Ananchytes*, *Terebratula semiglobosa*, etc.). Il n'est bien développé qu'aux environs de Dax. Il faut, sans doute, lui réunir les calcaires conchoïdes de Bidart.

TERRAINS NUMMULITIQUES.

Les terrains nummulitiques sont, après les terrains crétacés, ceux qui jouent le rôle le plus important dans la constitution du bassin de l'Adour. Cependant, malgré leur épaisseur considérable, ils n'ont pas une grande extension en surface, parce qu'ils ont été recouverts sur de grandes étendues par les dépôts tertiaires plus récents, et notamment par le sable des Landes, puis, parce qu'ils paraissent avoir été déposés dans des mers profondes et assez resserrées.

En raison de la structure orographique particulière à la Chalosse, et des plateaux élevés que cette région présente dans sa partie centrale, ces terrains se trouvent cachés, vers le milieu de leur étendue, par des formations puissantes, et paraissent ainsi divisés en deux bandes, dont l'axe commun pourrait être représenté assez exactement par une ligne dirigée de l'O.-S.-O. à l'E.-N.-E., et tirée de Bayonne à Saint-Sever.

La première de ces bandes commence au sud de Bayonne. entre

Biaritz et Bidart; elle se continue en s'élargissant sur les deux rives de l'Adour, jusqu'au confluent du Gave, puis elle constitue des côteaux élevés dans le bassin de cette dernière rivière, au nord de Peyrehorade, jusqu'à une petite distance de Caignotte, et au sud de cette ville jusqu'au-delà de Sordes, près de Cassabé, où paraît être sa terminaison à l'E.

La deuxième bande, plus large que la première, mais aussi plus souvent masquée, naît sur la rive gauche de l'Adour, vers le village de Préchacq; elle se dirige de là vers l'Est, avec une largeur moyenne de 15 kilomètres, entre l'Adour et le Luy; elle ne présente plus vers Coudures qu'une assez faible épaisseur, et ne tarde pas à disparaître ou à s'enfoncer au-delà sous des formations meubles qui se rattachent à celles du Gers.

En dehors de ces alignements, on ne retrouve plus que quelques lambeaux épars de terrain nummulitique. L'un d'eux, celui de Bos-d'Arros, est surtout remarquable par son isolement et son éloignement des dépôts du même âge, auxquels il ne paraît se rattacher par aucun affleurement intermédiaire. Aussi en sera-t-il fait mention à part dans les descriptions qui vont suivre.

En 1847, ⁽¹⁾ je distinguai, dans les terrains nummulitiques du bassin de l'Adour, trois étages principaux, que je désignai par les noms suivants, en allant des plus anciens aux plus modernes : 1^o marnes à *Térébratules*; 2^o calcaires à *Echinodermes*; 3^o calcaires à *Nummulites*; — ce dernier étage était lui-même subdivisé en quatre assises, dont la première était caractérisée par les *Nummulina spira* et *N. mamillata*; ⁽²⁾ la deuxième par le *N. spissa*; la troisième était formée par des calcaires siliceux à *Operculines*; enfin la quatrième comprenait les calcaires à *Ostrea cyathula* et *N. intermedia* de Louer.

Aujourd'hui, des études plus complètes me permettent de donner un peu plus de précision aux divisions que je propose, et de rectifier en partie ce que ma première classification avait d'indécis. Une des principales erreurs commises en 1846, consistait en ce que je rattachais alors au terrain nummulitique vrai ou éocène, les calcaires de Louer, parce qu'ils renfermaient en abondance une petite espèce de Nummulite. Cette faute fut corrigée en 1848 dans mon Mémoire sur les faluns, ⁽³⁾ où je placai ces calcaires dans l'étage tertiaire moyen.

(1) *Notice sur le bassin de l'Adour.* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e série, tom. IV, pag. 716. 1847.

(2) Les noms de tous les fossiles que je citerai dans les terrains nummulitiques, sont ceux qui ont été adoptés par M. d'Archiac dans ses belles publications, et notamment dans l'*Histoire des progrès de la géologie*, t. III.

(3) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e série, t. V, p. 420. 1848.

J'avais aussi peut-être attribué trop d'importance aux calcaires à *Echinodermes*, qui ne sont bien développés qu'aux environs de Montfort, et qui ne me paraissent plus devoir être considérés que comme une simple assise, conservant, il est vrai, un facies constant sur une assez grande étendue.

En définitive, je propose maintenant les divisions suivantes pour les terrains nummulitiques du bassin de l'Adour :

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 3 ^o Étage supérieur. } | 1 ^o Grès à <i>Operculines</i> ; |
| | 2 ^o Calcaires à <i>Eupatagus ornatus</i> . |
| 2 ^o Étage moyen..... | Calcaires à <i>Nummulites</i> et <i>Serpula spirulæa</i> . |
| 1 ^o Étage inférieur .. | Marnes à <i>Térébratules</i> . |

La plupart des preuves qui peuvent servir à justifier ce classement sont fournies par l'étude des falaises de Biaritz, qui offrent, sans contredit, la plus belle coupe des terrains nummulitiques du bassin de l'Adour. Aussi reprendrons-nous l'étude de ces falaises au point où nous les avons laissées, c'est-à-dire à la terminaison des roches crétacées, nous dirigeant ainsi du S. au N. (PL. II).

Au nord du massif de calcaire siliceux dont j'ai déjà parlé, et qui appartient incontestablement aux terrains crétacés, il y a une vaste lacune occupée par les sables de la plage, et qui vient interrompre la continuité des escarpements sur une étendue d'un kilomètre environ. Au-delà de cette lacune, la falaise recommence, et dès son origine on peut recueillir, dans une grosse roche détachée de l'ensemble des couches, une grande quantité de fossiles caractéristiques de la formation nummulitique (*Nummulina*, *Serpula spirulæa*, *Vulsella falcata*). A partir de ce bloc éboulé, la falaise est formée par des calcaires jaunes sableux, avec quelques bancs plus tendres, plongeant à l'E.-N.-E. Plus loin, ces couches jaunes alternent avec des bancs colorés en bleu, et ayant la même composition, puis l'inclinaison change brusquement et a lieu vers le S. sous un angle de 25°. Ce plongement s'observe jusqu'à l'extrémité de cette partie de la falaise, où les couches bleues marneuses ont pris la prédominance; ces calcaires ont été exploités dans plusieurs carrières ouvertes dans la falaise, et fournissent un assez bon moellon. Ils renferment une grande quantité de fossiles, parmi lesquels je mentionnerai : *Guetardia Thiolati*, *Schizaster rimosus*, *Nummulina* plusieurs esp., *Teredo Tournali*, *Orbitolites submedia*, *Serpula spirulæa*, *Ostrea multicostata*, *O. vesicularis*, *Vulsella falcata*.

En avant de cette falaise, il y a quelques rochers qui sortent au milieu des sables de la plage. Ce sont d'abord de simples affleurements de calcaire jaune sableux, renfermant les mêmes fossiles que les es-

carpements ; puis, plus loin, à 100 mètres environ au large de la falaise, un gros récif nommé la *Roche pointue*, composé de calcaire jaune sableux et de calcaire blanc avec *Nummulina spissa* et *Serpula spirulæa*.

Une nouvelle lacune, sillonnée par le petit ruisseau qui est désigné par M. Thorent sous le nom de *Ruisseau de Sopite*, mais qui m'a été nommé *Ruisseau du moulin d'Estaigt*, vient interrompre la falaise : des affleurements qui percent les sables de la plage relient entre elles les roches de ces deux massifs. Ce sont des calcaires marno-sableux, bleuâtres, renfermant beaucoup de fossiles, entre autres le *Terebratulæ æquilateralis*, le *Serpula spirulæa*, le *Schizaster rimosus*, et de nombreuses *Nummulites*.

En reprenant l'étude de la falaise, on voit d'abord plonger de 45° au S.-E., des marnes bleuâtres mêlées de couches de calcaire de la même couleur, avec *Pygorhynchus Sopitianus*, *Schizaster rimosus*, etc. Ces mêmes couches deviennent bientôt horizontales, et conservent cette position jusqu'à l'extrémité de l'escarpement, au-delà duquel il y a une lacune considérable.

C'est précisément en face de cette falaise que se trouve ce gros rocher qui a été mentionné par M. Constant-Prévost sous le nom de la *Roche-qui-boit*.⁽¹⁾ C'est un énorme bloc de 7 à 8 mètres de hauteur de calcaire dur, très-blanc, un peu saccharoïde, qui prend un poli grossier sous le choc des vagues, et qui renferme une énorme quantité de nummulites bombées (*N. spissa*). La couleur et la consistance de ce calcaire, tout-à-fait étrangères aux roches des falaises, sont dues très-certainement à l'influence de l'ophite, qui se trouve à une trentaine de mètres environ au sud de la *Roche-qui-boit*, sous la forme d'un petit rocher abordable seulement à marée basse. Cet ophite est d'un beau vert, et prend un poli assez parfait sous le choc des vagues chargées de gros sable qui le frappent constamment. Il est entouré, à une dizaine de mètres, par une sorte de ceinture semi-circulaire de calcaires magnésiens noirâtres, bréchoïdes, à parties roussâtres, traversés par de petits filets de sulfate de chaux, et ayant assez de dureté pour prendre une sorte de poli. Le sable de la plage empêche de constater les rapports qui existent entre ces brèches calcaires et l'ophite.

Au-delà de la dernière interruption signalée dans la falaise, commence un long escarpement rectiligne qui s'étend jusqu'au Port-des-Basques, aligné avec une grande régularité au N.-N.-E. sur une longueur d'environ trois kilomètres. — Vis-à-vis l'origine de cette falaise, s'élève en mer un rocher beaucoup plus considérable que ceux que nous avons

⁽¹⁾ Bull. de la Soc. géol. de France, 2^e série, t. IV, p. 539, 1847.

rencontrés jusqu'ici, et qui est désigné par M. Thorent sous le nom de *Rocher-du-Goulet*.⁽¹⁾ Il est formé par des calcaires gris-bleuâtre, assez durs, exploités comme pierres à bâtir, plongeant vers le N.-N.-E. et renfermant une grande quantité de fossiles (*Nummulina*, *Guettardia Thiolati*, *Pygorhynchus Sopititanus*, *Schizaster rimosus*, *Serpula spirulæa*, *Ostrea vesicularis*, *Vulsella falcata*). La falaise elle-même présente dans toute sa longueur une composition très-uniforme : ce sont des alternances de marnes bleuâtres et de calcaires tendres de la même teinte, plongeant régulièrement au N.-E. de 40 à 45°. Le seul fossile qu'on y trouve, et encore ne paraît-il pas abondant, est le *Serpula spirulæa*.

Cette longue falaise marneuse se termine brusquement au Port-des-Basques, contre le promontoire de Biaritz qui s'étend assez avant dans la mer. Ici commence un nouveau système de couches plus dures que celles que nous venons de décrire, et c'est à cette circonstance qu'est dû l'aspect particulier de ce massif, bizarrement rongé par la mer, et qui présente une foule de criques telles que le Port-des-Pêcheurs, le Port-Vieux, etc. — Il est constitué par des calcaires arénifères jaunes vers le Sud et entremêlés de couches de calcaire sableux bleuâtre, qui deviennent de plus en plus abondantes à mesure qu'on s'avance vers le Nord. Ces calcaires renferment une énorme quantité de petites nummulites (*N. intermedia*), qui forment presque à elles seules de petits lits; l'*Eupatagus ornatus* y est assez répandu; enfin, autour de la *Roche percée*, on rencontre assez fréquemment le *Scutella subtetragona*, qui a été, sans doute à tort, indiqué aussi dans le falun de Dax, où je ne l'ai jamais vu, et où je ne crois pas qu'il ait été jamais trouvé. On remarque fréquemment dans les couches des cailloux roulés de calcaire dur subsaccharoïde grisâtre, et de silex pyromaque noir; ce sont des débris des calcaires siliceux crétacés signalés dans les escarpements de Bidart, qui devaient former des rochers au bord de la mer dans laquelle se déposaient les terrains nummulitiques. — Tout cet ensemble de strates du massif de Biaritz est recouvert par un dépôt sablonneux jaunâtre très-moderne, qui atteint au moins 10 à 15 mètres d'épaisseur sous l'Atalay.

Au-delà de la pointe de Biaritz, commence la côte du Moulin, bordée d'abord de petits escarpements surmontés de quelques dunes. Ces escarpements sont formés par un calcaire bleuâtre très-arénifère, avec quelques bancs jaunâtres, renfermant abondamment le *Nummulina Biaritzana*, puis l'*Eupatagus ornatus*, le *Schizaster rimosus*, un grand *Échinolampe* et le *Bourquetierinus Thorenti*. Des dunes bas-

(1) Ce nom est inconnu à Biaritz.

ses occupent ensuite une étendue de 500 ou 600 mètres, puis on arrive à une falaise escarpée de 20 à 25 mètres de hauteur, constituée par des calcaires bleuâtres arénifères avec quelques banes jaunâtres, ne renfermant que peu de fossiles (*Pecten*, *Ostrea gigantea*), et plongeant au N.-E. de 20 à 25°. — Sous le phare, on voit s'intercaler, au milieu de ces assises, des calcaires ou plutôt des grès à grains fins, à ciment calcaire, très-durs, avec *Cytherea Verneuli*, *Turritella carinifera*, *Tornatella alligata*, *Turbinolina dentalina*, *Teredo Tournati*. Des dépôts caillouteux de 8 à 10 mètres recouvrent ces couches.

Au-delà de la pointe Saint-Martin commencent les falaises de la Chambre-d'Amour. Elles sont formées de calcaires sableux assez tendres, avec *Operculina*, *Ostrea gigantea*, *Venus transversa*, dans lesquels sont distribués des lits du même grès calcaire dur, noirâtre, avec *Scalaria*, *Solarium*, *Voluta*, etc., que nous venons de voir sous le phare. A l'extrémité N. de l'anse, ces grès sont répandus dans les roches tendres sous forme de rognons aplatis, disposés en lits assez suivis. — A mesure qu'on se rapproche du phare, ces rognons augmentent de volume, se soudent entre eux, forment des couches plus suivies et plus épaisses, jusqu'à ce qu'enfin ils finissent par remplacer totalement les couches friables dans lesquelles ils étaient disséminés d'abord, ce qui a lieu sous le phare.

— Les descriptions qui précèdent conduisent naturellement aux résultats suivants :

1° Les couches nummulitiques des falaises de Biaritz plongent régulièrement au N.-N.-E., excepté sur un court espace, où leur pendage a lieu en sens inverse, vis-à-vis du rocher d'ophite. Par conséquent, en suivant la plage depuis l'origine de la falaise nummulitique jusqu'à la pointe nord de la Chambre-d'Amour, on passe successivement des couches les plus anciennes aux plus modernes ;

2° De la naissance de la falaise nummulitique jusqu'au Port-des-Basques, il y a un vaste système de couches calcaires d'abord arénifères, puis marneuses, caractérisé principalement par le *Guettardia Thiolati*, *Pygorhynchus sopitianus*, *Nummulina spissa*, *Nummulina complanata*, *Serpula spirulæa*, *Vulsella falcata*. Au Port-des-Basques, ces couches s'enfoncent sous les assises suivantes :

3° Du Port-des-Basques au Phare-Saint-Martin, c'est-à-dire dans tout le massif de la pointe de Biaritz et une partie de la côte du Moulin, on voit succéder aux formations précédentes des calcaires arénifères jaunes ou bleus, avec cailloux roulés de silex ou de calcaire ; les fossiles précédents ne s'y rencontrent plus, mais on voit apparaître, pour la première fois, l'*Eupatagus ornatus*. Le *Nummulina intermedia* forme de petits lits ;

4^o Enfin, depuis le phare jusqu'à l'extrémité de la Chambre-d'Amour, se développe un système de grès calcaires durs à grains fins, associés à des sables à *Operculines*. Ces roches ne renferment plus ni l'*Eupatagus ornatus* ni le *Serpula spirulæa*, mais elles présentent un certain nombre de fossiles identiques en grande partie à des espèces du bassin de Paris, et dont la physionomie tertiaire est des mieux caractérisée. Les *Operculines* paraissent y remplacer les *Nummulites*.

Des distinctions à-peu-près semblables avaient été établies dès 1846 par M. Thorent, (1) qui ne leur avait peut-être pas accordé une aussi grande importance que celle que je leur attribue. C'est ainsi que ce naturaliste séparait les couches à *Eupatagus ornatus* et celles à *Serpula spirulæa*, tout en faisant commencer ces dernières au Port-Vieux, tandis qu'elles m'ont paru ne se montrer qu'à partir du Port-des-Basques.

Après avoir ainsi établi des subdivisions dans le terrain nummulitique, nous allons étudier successivement chaque étage en particulier.

ÉTAGE INFÉRIEUR. — MARNES A *Térébratules*.

Ces marnes ne sont bien développées que dans la bande septentrionale du terrain nummulitique. Au sud du village de Cassen, elles sont exploitées pour l'agriculture, sur une épaisseur de 3 à 4 mètres. Elles sont jaunâtres ou verdâtres, un peu sableuses, et renferment abondamment les *Terebratula tenuistriata*, *T. Delbosii*, *Teredo Tournali*, *Lima Trabayensis*, *Anomia intustriata*. Vers le village de Louer, quelques affleurements qui paraissent appartenir à la même assise, et qui se montrent au milieu des champs, renferment l'*Ostrea gigantea*.

Des marnes argileuses analogues se voient sur plusieurs points vers la base des côteaux qui bordent, au Sud, la vallée du Louts, dans les communes de Goos et de Gamarde. Dans la carrière des *Bordes*, des argiles marneuses verdâtres, ne renfermant d'autre fossile qu'une grande *Lunulite* indéterminable, sont immédiatement recouvertes par des calcaires à *Nummulina spissa*. Dans le quartier du Hon, au nord-est de Gamarde, on exploite des marnes argileuses verdâtres, dans lesquelles je n'ai vu qu'un petit *Hemiaster* indéterminable.

Près de Mugron, les couches marneuses sont bien développées au fond des vallons de la commune de Nerbis. Dans les marnières de la Liqueta, elles atteignent 8 à 10 mètres d'épaisseur; elles sont bleuâtres et renferment le *Terebratula tenuistriata*, le *Teredo Tournali*, les *Cycloxanthus Dufourii* et *C. Delbosii*. Quelques affleurements peu distincts de ces marnes se trouvent vers l'Est dans le vallon d'Hauriet.

(1) *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2^{me} série, t. 1, p. 181. 1846.

A Horsarrieu, entre Saint-Sever et Hagetmau, il y a, vers le sommet du coteau sur lequel est bâtie l'église de Saint-Martin, de grandes exploitations de marne verdâtre chloritée, renfermant surtout en abondance l'*Orbitolites Fortisii*, et, en outre, l'*Ostrea hippopodium*, le *Cycloxanthus Dufourii* et le *C. Delbosii*. Les couches, exploitées sur une profondeur de 7 ou 8 mètres, plongent de 8 ou 10° au S.-O. et reposent vraisemblablement sur les calcaires crétacés de l'étage inférieur. Vers l'O., à Brassempouy, il y a, au-dessous des calcaires à Nummulites, des marnes grises assez grossières, qui ne renferment que peu de fossiles, mais qui sont caractérisées par l'*Orbitolites Fortisii*.

Les marnières de Trabay, à l'E. de Sainte-Colombe, sont connues de longue date comme gîte fossilifère. Les marnes qu'on en extrait sont bleuâtres, sableuses, finement micacées, et renferment beaucoup de fossiles, entre autres *Cycloxanthus Dufourii*, *C. Delbosii*, *C. quadrilobatus*, *Pecten subimbricatus*, *Ostrea vesicularis*, *O. gigantea*, *Teredo Tournali*, *Terebratula tenuistriata*, etc. Elles n'offrent pas de traces de stratification bien visibles, et leur épaisseur paraît être de 6 à 7 mètres. Elles reposent sans doute sur les roches crétacées inférieures qui apparaissent à Eyres dans le fond des vallons.

Enfin, à l'est de Coudures, des marnes jaunes, finement micacées, sont exploitées sur 4 ou 5 mètres, et renferment à-peu-près les mêmes fossiles que celles de Trabay, à l'exception du *Terebratula tenuistriata* que je n'y ai pas remarqué.

Jusqu'ici nous avons vu les roches de cet étage conserver un facies à-peu-près constant. Je crois qu'il faut rattacher au même horizon certains dépôts calcaires caractérisés par l'abondance des *Orbitolites* et l'absence complète des *Nummulites*, qui s'observent près de Montaut et dans la commune de Boulin, entre Saint-Sever et Coudures.

A l'ouest de Montaut, ces roches sont exploitées au quartier de Tauziède, dans la carrière de Périgagne. — Ce sont des calcaires tendres, sableux, qui contiennent quelques nodules de fer hydroxydé épigénique, et une énorme quantité de rognons géodiques de quartz, mamelonnés à l'extérieur, et présentant presque toujours intérieurement de magnifiques cristallisations de quartz hyalin. L'*Orbitolites papyracea* y est abondamment répandu, et on y trouve aussi l'*Ostrea vesicularis*.

Les mêmes couches existent sur les pentes méridionales du Pouy-de-Monsouer, au N.-N.-E. de Coudures, mais elles sont presque partout cachées par la végétation; elles contiennent, de même qu'à Montaut, une grande quantité de rognons de quartz mamelonnés et géodiques, abondamment répandus sur le sol au pied du Pouy-de-Monsouer.

Enfin, à Audignon, des calcaires bleuâtres, avec grandes *Orbitolites* (*O. submedia* ?) s'appuient sur les calcaires crétacés et sont inclinés au N. de 70°.

D'après ce qui précède, on voit que les roches de cet étage forment plutôt des lambeaux plus ou moins séparés que des dépôts continus, disposition qui résulte en grande partie de ce qu'elles sont fréquemment cachées par les formations plus récentes. Dans la bande méridionale des terrains nummulitiques, je n'ai pu constater leur existence en aucun point entre Peyrehorade et Bayonne. Cependant, M. d'Archiac,⁽¹⁾ s'appuyant sur la présence de certains fossiles, a pensé qu'elles pourraient être représentées, dans la coupe de Biaritz, par les assises situées au-delà du Moulin-de-Sopite; je n'ai pu découvrir dans cette partie des falaises rien qui rappelât le facies si constant que présentent les marnes à térébratules sur une étendue de 30 kilomètres, de Cassen à Coudures; nous avons vu, au contraire, que les escarpements qui s'étendent de l'origine de la falaise nummulitique au Port-des-Basques, étaient caractérisés par les mêmes fossiles, notamment par une grande quantité de *Nummulites* et par le *Serpula spirulæa*, que je n'ai jamais rencontrés dans l'étage inférieur. Il faut donc conclure de ces faits que les marnes inférieures manquent dans la bande nummulitique méridionale de l'Adour.

De son côté, M. Raulin,⁽²⁾ frappé de l'absence des nummulites dans nos marnes à térébratules, et de la présence de certains fossiles, tels que l'*Ostrea vesicularis*, les *Orbitolites*, etc., se demandait, en 1849, si ces marnes ne représenteraient pas, dans le bassin de l'Adour, la partie supérieure du terrain crétacé. — Cette opinion, émise du reste d'une manière très-dubitative, me paraît infirmée par l'existence dans ces couches du *Teredo Tournali*, de l'*Ostrea gigantea* et des *Orbitolites Fortisii* et *papyracea*, qui se retrouvent dans les couches nummulitiques de Biaritz, ainsi que le *Terebratula tenuistriata*, le *Vulsella falcata*, etc.

En définitive, bien que les marnes à térébratules ne semblent pas avoir un grand développement en puissance dans le bassin de l'Adour, je crois devoir les ériger en étage distinct, à cause de leurs caractères propres bien tranchés d'abord, puis parce qu'elles paraissent jusqu'à un certain point indépendantes des autres étages, se montrant bien développées sur certains points où les vrais terrains nummulitiques

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^{me} série, t. IV, pag. 1006. 1847; *Mém. Soc. géol. de France*, 2^{me} série, t. III, p. 398. 1830; et *Hist. des progrès de la géologie*. t. III, p. 23. 1830.

(2) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^{me} série, t. VI, p. 534. 1849.

n'ont pas été signalés (Sainte-Colombe et Coudures). Quant à leur place dans la série chronologique des terrains, nous avons vu qu'elles reposaient sur la craie dans plusieurs localités, et qu'elles étaient recouvertes, à Gamarde et Brassempouy, par les calcaires nummulitiques. — D'un autre côté, je ne les ai jamais vues recouvrant ces mêmes calcaires; je crois donc pouvoir les envisager comme formant la base des terrains nummulitiques ou Eocènes dans le bassin de l'Adour.

Voici la liste des principaux fossiles des marnes à térébratules :

<i>Eschara Palensis</i> , AL. ROUAULT.	<i>Ostrea vesicularis</i> , LAM.
<i>Orbitolites Fortisii</i> , D'ARCH.	<i>Vulsella falcata</i> , GOLDF.
— <i>papyracea</i> , id.	— <i>linguliformis</i> , D'ARCH.
<i>Asterias</i> ... (osselets).	<i>Anomia intusstriata</i> , D'ARCH.
<i>Teredo Tournali</i> , LEYM.	<i>Terebratula tenuistriata</i> , LEYM., type et
<i>Lima Trabayensis</i> , D'ARCH.	var. ζ et γ
<i>Pecten subimbricatus</i> , MUNST.	— <i>Delbosii</i> , D'ARCH.
<i>Ostrea gigantea</i> , BRAND. var. α DESH.	<i>Cyclozanthus Dufourii</i> , M. EDW.
— <i>hippopodium</i> , NILS.	— <i>Delbosii</i> , id.
— <i>lateralis</i> , NILS.	— <i>quadrilobatus</i> , id.
— <i>subhippopodium</i> , D'ARCH.	

2^{me} ÉTAGE. — CALCAIRES ET MARNES A *Serpula spirulæa* et *Nummulites*.

Cet étage est, sans contredit, le plus important des terrains nummulitiques, dont il forme presque la totalité. Sa puissance est très-considérable, mais difficile à déterminer avec précision à cause du redressement des couches. Les roches qui entrent dans sa composition sont des calcaires plus ou moins sableux ou marneux, quelquefois durs et compactes, et assez variés quant à leur mode d'agrégation, leur couleur, etc. Les fossiles y sont très-répandus, mais diversement groupés quant à leur association, ainsi que nous aurons occasion de le constater.

Bande méridionale.

Nous avons déjà examiné, avec quelque détail, la partie des falaises de Biarritz que je considère comme formant en quelque sorte le type de cet étage, et qui s'étend de l'origine de la falaise nummulitique au Port-des-Basques. Dans l'intérieur des terres, on trouve au sud-est de Bayonne, à Saint-Pierre-d'Irudy et sur le chemin de Villefranque, des côteaux peu élevés, déjà observés par M. Thorent, et composés de calcaires terreux arénifères, d'un gris-jaunâtre, fendillés, en couches plongeant au S. ou au S.-O. de 35 à 40°. Il renferment une grande quantité de *Nummulina complanata*, et aussi le *Serpula spirulæa*, le *Brissus subacutus* et des dents de *Lamna*. Des roches analogues se voient sur la rive gauche du Gave, vers la Honce et Urcuit, et sont

exploitées comme pierre à bâtir. Sur la rive droite, elles disparaissent rapidement sous le sable des Landes et n'affleurent plus que dans quelques vallons, comme à Saint-Martin-de-Seignanx, où elles ont été déjà reconnues par M. Thorent. A Sainte-Marie-de-Gosse, elles forment de petits côteaux dans lesquels sont ouvertes de vastes carrières : ce sont des calcaires jaunâtres assez durs, mélangés d'une grande quantité de petits cailloux quartzeux, qui deviennent par places assez abondants et assez volumineux pour que la roche passe à l'état d'un pouddingue à petits éléments, alternant avec des assises plus tendres et sableuses. Ces couches plongent de 7 à 8° au S.-E. et renferment abondamment le *Serpula spirulæa* et les *Nummulina complanata* et *spira*.

De grandes carrières sont ouvertes dans le petit coteau isolé d'Hastings. On en tire un calcaire jaunâtre un peu sableux, qui rappelle certaines assises de la falaise de Biarritz, et qui forme des couches plongeant de 10 à 12° au N. et renfermant les *Nummulina complanata* et *spissa*, et un assez grand nombre de coquilles à l'état de moules (*Terebellum*, *Cypræa*, *Trochus*, *Conus*, etc.)

Aux environs de Peyrehorade, le deuxième étage est bien développé. Il forme le coteau escarpé d'Aspremont, à la base duquel on peut voir, dans plusieurs carrières du côté N., des couches dirigées O.-N.-O. à E.-S.-E., et plongeant de 60° au N.-N.-E. On y trouve quelques nummulites bombées (*N. spissa*). Plus haut, sur les pentes, les roches sont généralement moins compactes, mais renferment des parties très-dures pétries de *Nummulina spissa*, mêlées à quelques *Serpula spirulæa*.

En suivant la route de Peyrehorade à Dax, à la première montée, les calcaires nummulitiques affleurent de toutes parts avec une direction O.-N.-O. et un plongement de 50° N.-N.-E. Le sommet des côteaux est formé par les sables supérieurs, mais à la Croix-du-Pourtau, on retrouve quelques affleurements de calcaires marneux bleuâtres, renfermant le *Serpula spirulæa*. Sans doute des roches analogues forment les flancs de la dépression profonde du Bois-d'Orthe, mais on les perd bientôt de vue vers le N.

Le coteau de Cauneille est formé par des couches à *Nummulites*, plongeant au N.-N.-E. de 25°. Ce sont des calcaires sableux, gris-enfumé, avec de petites Nummulites et quelques empreintes de coquilles bivalves (*Venus*). Au-delà de Cauneille, les terrains du deuxième étage disparaissent un peu après le 10^e kilomètre, sous les dépôts diluviens.

A Sorde, naissent de hauts côteaux, à pentes escarpées, composés de calcaires jaunâtres, assez durs, pétris par places de *Nummulina complanata*. Ces côteaux forment une haute muraille qui se dirige vers

le S.-E. dans la direction de Cassabé, et c'est avant ce village que paraît être la terminaison à l'E. de la bande nummulitique méridionale.

Bande septentrionale.

Elle est plus variée que la précédente dans sa composition et ses caractères zoologiques. Ces différences sont dues à deux causes : d'abord à la consistance et à la couleur des roches, ensuite à la localisation des faunes qui sont assez constamment propres à certaines assises.

Les roches constituantes sont des calcaires passant par tous les états, depuis la texture compacte jusqu'à l'état terreux ou marneux. gris, bleus, blancs ou jaunâtres, assez fréquemment glauconieux, puis des marnes tendres généralement bleuâtres.

Les fossiles paraissent groupés suivant certaines lois dans les différentes assises. C'est ainsi qu'on voit se développer au milieu de l'étage, principalement dans les environs de Montfort, des calcaires blancs, souvent chlorités, assez tendres, qui ne renferment que très-rarement des Nummulites, et qui sont caractérisés par des Echinodermes, entre autres par le *Schizaster rimosus*. Ces calcaires paraissent étroitement liés à certaines couches nummulitiques caractérisées par les *N. complanata* et *spira*. Les nummulites ne semblent pas mélangées indifféremment dans toutes les assises qui en contiennent; c'est ainsi que le *Nummulina complanata* se rencontre le plus ordinairement associé aux *N. spira* et *mamillata*, tandis que le *N. spissa* est assez rarement mêlé aux précédents, et constitue au contraire, presque à lui seul, certaines assises avec les *N. intermedia* et *Biaritzana*.

Il est difficile d'assigner des niveaux à ces différents groupes zoologiques, et mes recherches sur ce sujet ne m'ont pas amené à des résultats bien précis; il est presque impossible, en effet, de trouver dans cette bande de la Chalosse des affleurements un peu suivis et des coupes montrant clairement les superpositions. Il m'a paru cependant que le *N. crassa* caractérisait plus généralement les couches inférieures, et que les calcaires à échinodermes se trouvaient vers le milieu de la hauteur de l'étage et étaient associés vers le haut aux couches à *N. complanata* et *spira*, qui paraissent en former la partie supérieure. Il est possible, du reste, que cet ordre de superposition n'ait pas une grande constance.

Dans la Chalosse, les roches de cet étage sont en couches inclinées généralement au N. sous des angles variables, mais le plus souvent assez faibles.

Après avoir décrit les caractères généraux du deuxième étage nummulitique, nous allons l'étudier rapidement dans ses affleurements les plus remarquables, en allant de l'O. à l'E.

Dans la commune de Gamarde, on voit reposer sur les marnes inférieures, dans la carrière des Bordes, des calcaires pétris de *Nummulina crassa* et d'*Orbitolites sella*. Cette formation calcaire se développe davantage au S.-E., et dans la carrière de Sarlat (Gamarde), elle atteint 6 ou 8 mètres d'épaisseur, et consiste en alternances de marnes de couleur foncée et de calcaires arénifères durs avec *Ostrea vesicularis*, *Serpula spirulæa*, *Nummulina crassa*, *Orbitolites sella*. Entre Gamarde et Montfort, les assises calcaires et marneuses, bleuâtres ou jaunâtres, à *Nummulina spissa* et *intermedia*, sont bien développées, comme à la fontaine de la Médaille et à la fontaine du Christian. Elles paraissent recouvertes, à la carrière du Christian, par des calcaires marneux bleuâtres avec *Serpula spirulæa* et *Schizaster rimosus*.

Au fond des petits vallons qui rayonnent autour de Montfort, à l'Est et au Sud, les calcaires blancs à *Schizaster rimosus* apparaissent sur beaucoup de points. M. de Grateloup⁽¹⁾ y indique plusieurs grands échinodermes (*Conoclypus conoideus*, etc.). Dans la commune de Nousse, ces mêmes calcaires sont exploités dans plusieurs carrières et forment le sommet du coteau de Poy, au nord du village, tandis que les couches à *Nummulina spissa* sont visibles au fond des vallons, notamment dans la carrière de Garnuy (Garrey de Cassini), où une couche de 2 mètres de marne bleue est comprise entre deux couches de calcaires à *Nummulina spissa* plongeant au N.-N.-E. de 15°. Dans une autre carrière, voisine de la précédente, les calcaires sont bleus, durs, et renferment les *N. crassa*, *Orbitolites papyracea* et *Operculina*.

Le coteau de Gibret est en grande partie formé par les roches de cet étage; en montant vers l'église, on rencontre d'abord des calcaires blancs, tendres, avec *Schizaster rimosus*, *Teredo Tournali*, *Serpula spirulæa*, recouverts par des calcaires friables très-blancs, renfermant des *N. complanata* dont la taille atteint jusqu'à 5 centimètres de diamètre. Plus haut, les couches se remplissent de *N. spira* et *mamillata*. Ces différents bancs offrent quelques indices obscurs de plongement au S.-S.-O., sous un angle de 15°. — Le coteau allongé qui s'étend de Baigtz à Saint-Laurent est aussi en grande partie constitué par les calcaires à *Nummulites*. A Saint-Laurent, ces calcaires sont bleuâtres, en couches inclinées à l'O. de 40 à 45°, et ne renferment que peu de fossiles (*Macropneustes pulvinatus*, *Nummulina complanata*). A Baigtz, ils contiennent abondamment les *N. spissa* et *mamillata*.

Des calcaires bleuâtres, glauconieux, assez durs, à *N. mamillata*,

(1) *Mém. de Géo-Zoologie*. Act. Soc. Linn. de Bordeaux.

spira et *complanata*, sont exploités sur le sommet des côteaux, entre Gibret et Donzac. Sur les pentes inférieures du coteau de Bastennes, on voit affleurer en quelques points des calcaires durs, blanc-grisâtre, subcrystallins, quelquefois pisolithiques, avec *Nummulina spissa*.

A l'ouest de Bastennes, on ne retrouve plus les calcaires à *Nummulites* qu'aux environs de Brassempouy, au fond des vallons. Les calcaires durs, argilifères, recouvrent des calcaires tendres à *Hemiasiter complanatus*, et le tout repose sur des marnes à *Orbitolites*. Les calcaires renferment les *Serpula spirulæa*, *Nummulina spissa*, *N. complanata*, *Natica sigarctina*, *Ostrea gigantea*.— Au-delà de Brassempouy, vers l'E., les sables supérieurs cachent tous les dépôts sous-jacents, mais nous avons vu que le deuxième étage n'était point représenté aux environs de Sainte-Colombe, et que les marnes à térébratules s'y rencontraient seules. On peut donc considérer la terminaison occidentale du deuxième étage comme se trouvant aux environs de Brassempouy. Je n'ai pas vu non plus d'indices bien certains de cette formation au nord d'une ligne tirée de Hagetmau à Nousse.

Voici la liste des principaux fossiles du deuxième étage :

<i>Lichenopora spongioides</i> , D'ARCH.	<i>Brissus subacutus</i> , AGASS.
<i>Orbitolites papyracea</i> , D'ARCH.	<i>Brissopsis elegans</i> , DESOR.
— <i>sella</i> , D'ARCH.	<i>Micraster complanatus</i> , D'ARCH.
* <i>Retepora fenestrata</i> ? GOLDF. (1)	— <i>verticalis</i> , DESOR.
* <i>Guettardia Thiolati</i> , D'ARCH.	<i>Schizaster rimosus</i> , DESOR.
<i>Nummulina Biaritzana</i> , D'ARCH.	<i>Serpula spirulæa</i> , LAM.
— <i>complanata</i> , LAM.	<i>Teredo Tournali</i> , LEYM.
— <i>intermedia</i> , D'ARCH.	* <i>Pecten imbricatus</i> , DESH.
— <i>laevigata</i> , LAM.	— <i>subopercularis</i> , D'ARCH.
— <i>mamillata</i> , D'ARCH.	<i>Plicatula Koninckii</i> , D'ARCH.
— <i>spira</i> , DE ROISSY.	<i>Ostrea Callifera</i> , LAM.
— <i>spissa</i> , DEFR.	— <i>gigantea</i> , BRAND. VAR. Z. DESH.
<i>Operculina</i> .	— <i>vesicularis</i> , LAM.
* <i>Scutella subtetragona</i> , GRAT.	<i>Vulsella falcata</i> , GOLDF.
<i>Pygorhynchus Delbosii</i> , DESOR.	* <i>Terebratula æquilateralis</i> , D'ARCH.
— <i>sopitanus</i> , D'ARCH.	<i>Natica sigarctina</i> , DESH.
<i>Macropneustes pulvinatus</i> , D'ARCH.	<i>Terebellum Carcassense</i> , LEYM.

3^e ÉTAGE. — CALCAIRES A *Eupatagus Ornatus* ET GRÈS A *Operculines*.

Les roches de cet étage ne sont bien développées qu'à Biaritz depuis le Port-des-Basques jusqu'à l'extrémité de la Chambre d'Amour.—Elles peuvent se grouper naturellement en deux subdivisions distinctes :

1^o Les **Calcaires à *Eupatagus ornatus***, qui forment la

(1) Les espèces marquées d'une astérisque sont jusqu'à ce jour spéciales aux falaises de Biaritz.

partie inférieure de cet étage, sont bleus ou jaunâtres, arénifères, et sont caractérisés par l'*Eupatagus ornatus* et par l'absence du *Serpula spirulæa*. Ils ne sont bien développés qu'à partir du Port-des-Basques jusqu'au Phare, aux environs de Biaritz. Dans la bande méridionale du terrain nummulitique du bassin de l'Adour, je ne les ai vus affleurer nulle part ailleurs qu'à Biaritz, où ils ont cependant une épaisseur considérable et des caractères propres bien tranchés. Ce fait paraît d'abord assez étrange, car la puissance de cette formation sur ce point ne permet pas de la considérer comme un simple dépôt local. Cette anomalie apparente me semble pouvoir être interprétée de la manière suivante : nous avons vu que le plongement général des couches avait lieu vers le N.-N.-E., et que le deuxième étage disparaissait à une petite distance au nord de la vallée de l'Adour et du Gave, sous les terrains meubles ; il paraît donc rationnel d'admettre que dans le Marensin et la Chalosse, les calcaires à *Eupatagus ornatus* reposent, comme à Biaritz, sur les calcaires à *Serpula spirulæa*, et que, s'ils n'y sont pas visibles, cela résulte du recouvrement transgressif des terrains nummulitiques par le sable des Landes et les autres terrains tertiaires.

Cette hypothèse semble légitimée par l'existence, près de l'Adour, à la terminaison occidentale de la bande nummulitique septentrionale, des grès jaunâtres calcarifères du Buchuron près Louer, si l'on admet, comme je suis disposé à le faire, que ces grès représentent les calcaires à *Eupatagus* de Biaritz. Ils renferment en effet en abondance les *Nummulina Biaritzana*, l'*Assilina planospina* et des *Operculines*, et recouvrent les marnes à térébratules, de même qu'il est probable qu'ils supportent les calcaires miocènes du Tuc-du-Saumon. Il est fort difficile, du reste, de résoudre cette question d'une manière décisive, les données stratigraphiques étant insuffisantes pour cela.

Si on admet que les grès de Louer représentent la partie inférieure du troisième étage dans la Chalosse, il faudra les considérer comme en formant l'extrémité orientale. Il résulterait de cela qu'entre ce point et Biaritz, il serait naturel de ne point rencontrer de traces des calcaires à *Eupatagus ornatus*, tous les terrains nummulitiques étant recouverts par des dépôts plus récents.

2° Les **grès et sables à Operculines**, qui forment la partie supérieure du troisième étage, sont encore plus limités que les précédentes assises et absolument restreints aux falaises de la Chambre-d'Amour et à quelques affleurements auprès de Bayonne. Ce sont, comme nous l'avons vu, des grès durs, calcarifères, gris ou noirâtres, intercalés en bancs rognonneux dans des sables jaunâtres à *Operculina ammonæa*.

Il ne serait pas impossible que les grès à *Operculines* constituassent un étage distinct. En effet, l'absence ou du moins la rareté des nummulites leur donne une physionomie particulière, de même que la présence de fossiles dont les formes rappellent singulièrement celles des espèces du calcaire grossier du bassin de la Seine. Cependant, je me suis déterminé à les réunir au troisième étage, afin de ne pas trop multiplier les subdivisions, et surtout parce qu'ils ne se distinguent pas bien nettement des calcaires à *Eupatagus ornatus* sous le rapport stratigraphique, comme cela a lieu pour les autres étages.

Les fossiles suivants sont ceux qui se rencontrent le plus habituellement dans les deux divisions de l'étage nummulitique supérieur.

1^o FOSSILES DES CALCAIRES A EUPATAGUS ORNATUS.

<i>Nummulina Biaritzana</i> , D'ARCH.	<i>Eupatagus ornatus</i> , AGASS.
— <i>intermedia</i> , D'ARCH.	<i>Assilina planospira</i> , D'ARCH.
<i>Operculina ammonica</i> , LEYM.	<i>Scutella subtetragona</i> , GRAT.
— <i>Boissyj</i> , D'ARCH.	<i>Ostrea gigantea</i> , VAR 2 DESH.

2^o FOSSILES DES GRÈS OPERCULINES.

<i>Operculina ammonica</i> , LEYM.	<i>Spondylus dubius</i> , D'ARCH.
<i>Teredo Tournali</i> , LEYM.	<i>Ostrea gigantea</i> , VAR 2 DESH.
<i>Venus transversa</i> , SOW.	<i>Tornatella alligata</i> ? DESH.
<i>Cytherea Verneuili</i> , D'ARCH.	<i>Turritella carinifera</i> , DESH.
<i>Chama subcalcarata</i> , D'ARCH.	<i>Triton bicornutum</i> , DESH.
<i>Spondylus detritus</i> , D'ARCH.	

RÉSUMÉ.

1^o Les terrains nummulitiques forment, dans le bassin de l'Adour, deux bandes allongées de l'O.-S.-O. à l'E.-N.-E., l'une dans la vallée de l'Adour et du Gave, l'autre dans la partie septentrionale de la Chalosse ;

2^o Ils peuvent être divisés en trois et peut-être même quatre étages bien distincts les uns des autres, et caractérisés par un assez grand nombre de fossiles spéciaux, ainsi que le démontrent les listes que j'ai données des fossiles les plus répandus dans chacun d'eux ;

3^o L'étage inférieur (marnes à térébratules) n'existe que dans la bande septentrionale, et s'étend à l'E. jusqu'à Coudures ;

4^o L'étage moyen, très-développé dans les deux bandes, paraît avoir sa terminaison orientale vers Brassempouy ;

5^o La partie inférieure du troisième étage, bien développée à Biarritz, ne se rencontre plus ailleurs, excepté peut-être aux environs de Loucr en Chalosse ;

6^o La partie supérieure du troisième étage, très-limitée dans son

extension, n'existe qu'à Biarritz et à Bayonne, et doit peut-être constituer un groupe distinct ;

7° Les limites de chacune de ces formations s'avancent d'autant plus vers l'E. que ces formations sont plus anciennes, ce qui tendrait à prouver que la mer dans laquelle se déposaient les terrains nummulitiques, a reculé successivement du S.-E. vers le N.-O.

Lambeau de Bos-d'Arros.

Le lambeau de Bos-d'Arros, dans lequel M. Lejeune a recueilli les nombreux fossiles qui ont été décrits par M. Al. Rouault, ⁽¹⁾ échappe en quelque sorte aux résultats que nous venons de tirer de l'étude des terrains nummulitiques du bassin de l'Adour. Tout concourt, en effet, ainsi que le fait remarquer avec tant de justesse M. d'Archiac, ⁽²⁾ à imprimer à ce gisement un caractère anormal : son isolement, la belle conservation de ses fossiles, les rapports numériques des espèces, la nature même de la roche.

Ces affleurements nummulitiques s'observent au sommet d'un coteau assez élevé, séparé au Sud par une dépression assez profonde de celui sur lequel est situé le village de Bos-d'Arros. Ils ont été mis à découvert par le tracé de la route qui conduit de Gan à Pardies. En montant de Gan par cette route, on ne voit sur les bords du chemin que des dépôts extrêmement puissants de poudingues diluviens, au-dessous desquels apparaissent, sur le plateau, des marnes verdâtres de couleur foncée, finement micacées, nettement stratifiées, en couches plongeant au N.-N.-O., et dirigées E.-N.-E. à O.-S.-O. Ce sont ces marnes qui renferment les fossiles décrits par M. Rouault. Les espèces les plus abondantes sont : *Nummulina spira*, *N. Biarritzana*, *Serpula granulosa*, les *Turritelles* et les *Pleurotomes*. Je n'ai pas trouvé d'indices de ces marnes sur le coteau même de Bos-d'Arros.

Comme on le voit, et comme on peut s'en assurer surtout par l'examen du Mémoire de M. Al. Rouault, le gîte de Bos-d'Arros diffère singulièrement de tout ce que nous avons vu dans le bassin de l'Adour. Il est éloigné de 40 kilomètres des dépôts suivis les plus voisins (ceux de Coudures), et je n'en ai retrouvé aucune trace à l'O. dans le Béarn. Il est vrai que dans cette direction les terrains diluviens prennent un tel développement qu'il pourrait bien se faire qu'ils recouvrirent quelques couches continuant celles de Bos-d'Arros, et que des recherches très-minutieuses ou des circonstances fortuites

(1) *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2^{me} série, t. III, p. 457. 1850. — *Bull.* 2^{me} série, t. V, p. 208, 1848.

(2) *Hist. des progrès de la géologie*, t. III, p. 31. 1830.

pourraient seules faire découvrir ; mais toujours est-il que si ces prolongements existent, ils doivent avoir une bien faible épaisseur, puisque je n'en ai vu aucune apparence dans les nombreuses directions suivant lesquelles j'ai parcouru les côtes béarnaises.

En définitive, les fossiles de Bos-d'Arros diffèrent trop de ceux du reste du bassin de l'Adour, pour que je puisse faire rentrer ce gisement dans les règles générales que j'ai établies pour ce bassin. Je n'hésite pas cependant à le rapporter à l'étage moyen, celui des calcaires à Nummulites, à cause de la présence des *Nummulina spiræ*, *Serpula spirulæ*, etc.

TERRAIN TERTIAIRE MOYEN.

1^o GROUPE INFÉRIEUR. — FALUNS ET CALCAIRES A *Natica crassatina*.

Le terrain tertiaire moyen se subdivise, dans le bassin de l'Adour, en deux groupes parfaitement distincts, ainsi que je l'ai déjà établi en 1847. (1) Le plus inférieur de ces groupes est exclusivement borné à la Chalosse, où il ne forme même pas de dépôts bien considérables, mais où il offre en revanche un grand intérêt en raison du bel état de conservation des fossiles qu'il renferme.

Les roches de ce groupe constituent dans la Chalosse trois lambeaux principaux. Le premier, qui est le plus étendu, commence aux environs de Belus, au nord de Peyrehorade, s'étend dans les communes de Cazordite et Gâas, puis se prolonge vers le nord, pour aller se terminer sur le bord de l'Adour, près de Tercis, après avoir été interrompu, entre la vallée de cette rivière et celle du Luy, par le plateau sablonneux qui s'étend au sud de Dax.

Le deuxième lambeau, le moins considérable, se trouve dans la commune de Cassen, où il forme le promontoire du Tue-du-Saumon, et s'étend peut-être à l'E. vers Laurède, pour se rattacher au suivant.

Le dernier, enfin, commence à l'est de Montfort, se développe dans les communes de la Hosse et de Lourquen, et paraît se prolonger jusqu'à Mugron.

Les roches dépendantes de cet étage sont assez variables quant à leur nature et leur aspect, mais peuvent être rassemblées en deux groupes distincts quoique contemporains, selon qu'elles se présentent à l'état de faluns coquilliers, ou bien à l'état de calcaires plus ou moins

(1) Bull. de la Soc. géol. de France, 2^{me} série, t. IV, p. 718 et 726. 1847.

solides dans lesquels les fossiles ne sont plus représentés que par des moules ou des empreintes.

1° Les *Faluns* à *Natica crassatina* commencent à se montrer entre Peyrehorade et Dax, à Belus, sous forme de marnes à débris de coquilles, reposant sur les couches du deuxième étage nummulitique. Dans la commune de Gâas, les marnes coquillières sont très-développées; au Larrat, ce sont des marnes bleues, argileuses, très-fines; au Tartas, ces marnes sont plus sableuses; enfin, à Lesbarritz, elles renferment des assises de calcaire très-tendre, très-riche en bryozoaires, polypiers et coquilles parfaitement conservées. Je n'entre pas ici dans beaucoup de détails sur chacun de ces gisements en particulier, en ayant déjà donné une description suffisante en 1848. (1)

2° Les *Calcaires* à *Natica crassatina*, etc., ne sont qu'une simple modification minéralogique des faluns bleus, ou plutôt ils constituent le facies général du terrain miocène inférieur, dans lequel les faluns ne sont qu'un accident. On peut s'en convaincre dans la carrière de Garans, éloignée seulement de quelques centaines de pas du gîte du Larrat; les calcaires qu'on y exploite renferment, à l'état de moules, tous les fossiles des marnes du Larrat, du Tartas et de Lesbarritz. Dans la commune de Cazordite, à Bacherey, les calcaires jaunâtres et bleuâtres assez durs, à fossiles rares, alternent ensemble avec une inclinaison de 5 à 6°. Je rapporte, quoique avec quelque hésitation, au terrain miocène inférieur, les argiles bleues qui affleurent au fond de tous les vallons, depuis Saint-Lon jusqu'à la vallée du Luy. A Lesperon, près Tercis, les calcaires sont gris ou jaunes, à parties charbonneuses, et renferment beaucoup de moules de fossiles. Ils plongent de 20° environ au N.-O., mais les couches présentent beaucoup d'irrégularités dans leur épaisseur.

Le deuxième lambeau nous offre, à l'Herté près Louer, d'abord des calcaires sableux jaunâtres, rognonneux, pétris de *Nummulina intermedia*, de *N. Garansiana* et d'*Ostrea cyathula*, puis au Tuc-du-Saumon, dans la même commune, un massif très-épais de calcaire assez tendre, mal stratifié, avec petits lits de Nummulites vers la base, et de grandes masses d'un polypier (*Caryophyllia*), très-caractéristique du calcaire à Astéries de Bordeaux.

Le troisième lambeau est formé, dans la commune de la Hosse, par des calcaires durs, à parties spathiques, gris ou bleuâtres, avec *Milolites*, *Strombus* et *Cardium*. A Lourquen, une carrière de 6 à 7 mètres de profondeur offre la coupe suivante, en allant de haut en bas : 1° Calcaire dur, peu coquillier; — 2° Marne bleuâtre à veinules blan-

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^{me} série, t. V, p. 419. 1848.

ches ; — 3° Calcaire dur , grisâtre , miliolitique , avec grosses masses de polyptiers identiques à ceux du Tuc-du-Saumon (*Caryophyllia*) ; — 4° Calcaire argilifère , noirâtre , miliolitique. — Enfin , peut-être doit-on rattacher au même groupe les grès calcaires gris-enfumé , sans fossiles , exploités près de Mugron , sur le sommet des côteaux.

Les fossiles les plus répandus et les plus caractéristiques de ce groupe sont les suivants :

<i>Nummulina Garansiana</i> , LEYM.	<i>Trochus labarum</i> , BAST.
— <i>intermedia</i> ? D'ARCH.	— <i>Boscianus</i> , BRONGN.
<i>Venericardia intermedia</i> , BAST. non BROCC.	<i>Turbo Parkinsoni</i> , BAST.
<i>Cardium discrepans</i> , BAST.	<i>Turritella strangulata</i> , GRAT.
<i>Natica crassatina</i> , (1) DESH.	— <i>gibberosum</i> , GRAT.
— <i>Delbosii</i> , HÉBERT.	— <i>lemniscatum</i> , BRONGN.
<i>Delphinula scobina</i> , BAST.	<i>Strombus latissimus</i> , GRAT.
— <i>marginata</i> ? LAMCK.	<i>Cypræa splendens</i> , GRAT.

Les faluns bleus et les calcaires à *Natica crassatina* fournissent un point de repère précieux pour le classement des terrains du bassin de l'Adour. Leur identification avec le calcaire à Astéries du bassin de la Gironde , que j'ai proposée en 1847, (2) est en effet trop évidente pour qu'il soit possible de la révoquer en doute. Presque toutes les espèces citées plus haut abondent à l'état de moules dans le calcaire des environs de Bordeaux , et on peut ajouter à cette liste , pour compléter la ressemblance , quelques fossiles de la carrière de Garans , qui sont éminemment caractéristiques de ce groupe dans la Gironde , tels que *Asterias lævis*, *Echinocyamus pyriformis*, etc.

Cette identité une fois établie , la place des calcaires et marnes à *Natica crassatina* de l'Adour se trouve clairement déterminée par ce que l'on sait de la coordination des terrains dans le bassin de la Gironde. Il n'est pas inutile de faire remarquer ici que ces couches reposent immédiatement sur le terrain nummulitique , et qu'il n'y a aucun indice , dans le bassin de l'Adour , de la puissante formation d'eau douce du Fronsadais. Nous reviendrons , du reste , sur ces faits.

2° GROUPE SUPÉRIEUR. FALUNS DE ST-PAUL ET DE ST-AVIT.

Les faluns miocènes supérieurs du bassin de l'Adour sont représentés par trois gisements situés , l'un dans la commune de Saint-Paul ,

(1) C'est le *N. maxima* de M. de Grateloup. La rectification relative au nom de cette espèce a été faite par M. Hébert , *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^{me} série , t. VI, p. 466. 1849.

(2) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^{me} série , t. IV, p. 720. 1847 ; et t. V, p. 421. 1848.

près de Dax, le deuxième à Saint-Avit, au nord du Mont-de-Marsan, et le dernier à Saint-Sever. Tous les autres dépôts coquilliers doivent être exclus de cet étage, dont l'existence n'a encore été reconnue que dans les trois grandes localités précitées.

A Saint-Paul, les faluns jaunes, sablonneux, renferment une énorme quantité de fossiles, et affleurent sur une foule de points au-dessous du sable des Landes, principalement à Vielle, Abesse, Mandillot, au Moulin-de-Cabannes, au Mainot et à Castetrabe.

A Saint-Avit, les sables coquilliers sont d'un gris-terreux, et il y a, vers le bas, des lits de sables marneux bleuâtres, qui paraissent renfermer quelques espèces particulières. Ce gisement, dont on doit la connaissance à MM. Perris et Bertrand, de Mont-de-Marsan, est surtout remarquable par la belle conservation de ses fossiles.

Enfin, à 2 ou 3 kilomètres au nord de Saint-Sever, à Meignos, il y a des sables marneux bleuâtres, exploités pour l'amendement des terres, qui renferment absolument les mêmes espèces que les gîtes précédents. Dans la colline même de Saint-Sever, il y a des assises bleuâtres marneuses, à fossiles mal conservés, visibles sur la route de la ville au port, et qui sont sans doute identiques avec les faluns de Meignos.

Comme on peut le voir d'après ce qui précède, les faluns miocènes supérieurs sont presque spéciaux au Marensin, et ne se retrouvent en Chalosse que près de Saint-Sever.

D'après les désignations de localités données par M. de Grateloup, il paraîtrait qu'à Mandillot il y aurait certains lits sans doute sablonneux, renfermant des fossiles terrestres et d'eau douce. Peut-être ces lits ne sont-ils visibles qu'au moyen de fouilles que je n'ai pu faire, car je n'ai vu dans cette localité que des fossiles marins identiques à ceux des autres affleurements de la commune de Saint-Paul.

Enfin, il ne me reste plus, pour compléter l'examen rapide que nous faisons de ce groupe, qu'à signaler l'existence au nord de Saint-Avit, dans la commune de Lucbardèz, d'un calcaire d'eau douce supérieur au falun, et sur lequel je ne possède d'ailleurs que les renseignements qu'a bien voulu me fournir M. Perris, qui a découvert cette assise il y a peu de temps. Ces calcaires contiennent des *Helices*, *Planorbes*, *Limnées* et *Paludines* très-bien conservées, et doivent représenter ici le calcaire lacustre de Bazas du département de la Gironde. Ils présentent un certain intérêt en ce qu'ils forment le seul dépôt d'eau douce qui existe dans le bassin de l'Adour.

Les espèces les plus communes ou les plus caractéristiques de ce groupe sont les suivantes :

<i>Lucina subscopulorum</i> , D'ORB.	<i>Cerithium plicatum</i> , LAMCK.
<i>Arca cardiiformis</i> , BAST.	<i>Fusus Lainci</i> , D'ORB.
<i>Melanopsis aquitanica</i> , GRAT.	<i>Rostellaria dentata</i> , GRAT.
<i>Neritina subpicta</i> , D'ORB.	— <i>decussata</i> , GRAT.
<i>Monodonta Araonis</i> , BAST.	<i>Strombus Bonelli</i> , BRONGN.
<i>Cerithium margaritaceum</i> , BAST.	<i>Cypræa subleporina</i> , D'ORB.
— <i>bidentatum</i> , DEFR.	— <i>subannularia</i> , D'ORB.
— <i>inconstans</i> , BAST.	

Le substratum des faluns miocènes supérieures du bassin de l'Adour est encore inconnu, mais leur place dans la série des terrains ne peut laisser aucun doute, car ils offrent l'identité la plus complète avec les faluns de Mégnac et Bazas, du département de la Gironde, dont le niveau géologique est parfaitement déterminé.

TERRAIN TERTIAIRE SUPÉRIEUR.

1° GROUPE INFÉRIEUR. — FALUNS à *Cardita Jouanneti*, MOLASSES OSSIFÈRES, MARNES COQUILLIÈRES DE SAUBRIGUES.

Il paraît peut-être singulier que je réunisse en un même groupe des dépôts fossilifères d'apparences extrêmement différentes, et sur le classement desquels j'avais laissé subsister beaucoup d'incertitudes dans mes précédentes publications. Cependant, une observation qui résulte de l'examen même le plus superficiel du pays, semble venir à l'appui de cette manière de voir, ou démontre tout au moins qu'elle n'est pas dénuée de vraisemblance : c'est que les trois sortes de dépôts ne se trouvent nulle part réunis sur un même point, et sont au contraire géographiquement éloignés les uns des autres ; de sorte que, en l'absence des données stratigraphiques, il ne paraît pas irrationnel de considérer chacun d'eux comme une manière d'être particulière d'une même formation, dont la variabilité pourrait être attribuée aux différences de conditions sous lesquelles s'effectuait la sédimentation dans le sein des mers.

1° Les faluns à *Cardita Jouanneti* sont ceux qui offrent le plus de développement, surtout en extension.

Dans le Marensin, ils affleurent sur beaucoup de points dans les vallées de la Midouze, à Mont-de-Marsan, Tartas, etc. Autour de la première de ces villes, ils sont exploités comme moellon, et consistent en une molasse assez tendre, grossière, jaunâtre, renfermant des *Huîtres* et des *Peignes* de grande taille, et des moules nombreux de coquilles *Cardita Jouanneti*, *Cytherea umbonaria*, etc.). Il paraît qu'il

y a, vers la base de la formation, des couches de calcaires bleuâtres plus compactes et plus durs.

Des molasses absolument identiques à celles de Mont-de-Marsan et de Tartas forment les couches solides les plus récentes de la haute colline de Saint-Sever. Elles sont exploitées sur le chemin du Port, et renferment en abondance des moules de *Cardita Jouanneti*, etc. J'y ai trouvé aussi le moule d'une *Pholadomye* de grande taille (*Ph. alpina*, Matheron). — Dans la partie centrale de la Chalosse, des faluns du même âge sont imprégnés de bitume et exploités pour l'extraction de ce produit minéral à Bastennes et à Gaujac. — Ces sables bitumineux sont caractérisés par la présence du *Cardita Jouanneti* et du *Pectunculus polyodontus*, à l'état de moules à Bastennes, avec leur test à Gaujac.

Enfin, près de Sallespisse, on commence à trouver quelques lits de sables coquilliers avec *Conus Berghausi*. Ce falun est surtout très-développé dans la commune de Souars, près de la métairie du Parent. Il consiste en un sable fin, bleuâtre, renfermant une grande quantité de fossiles, notamment *Cardita Jouanneti*, *Venus umbonaria*, *Conus Berghausi*, etc. Au nord-ouest de ce gisement, des calcaires blanchâtres avec fragments de coquilles indéterminables, qui alternent avec des marnes friables et ont été anciennement exploités, appartiennent probablement au même dépôt.

Les principaux fossiles du falun à *Cardita Jouanneti* sont les suivants :

Mactra triangula, BROCC.

Arcopagia corbis, D'ORB.

Venus subplicata, D'ORB.

— *umbonaria*, AGASS.

Cardita Jouanneti, BAST.

Pectunculus polyodontus, BRON.

Pecten Beudanti? BAST.

Conus Berghausi, MICHELOTTI.

2° Les molasses ossifères affectent une disposition géographique remarquable. Elles forment un ruban étroit, dans la vallée du Luy, depuis Saugnac jusqu'à Montfort, occupant ainsi une certaine superficie dans les communes de Mimbaste, Sort, Cambran, Garrey; à partir de Garrey, cette bande se bifurque, et un de ses rameaux se prolonge vers Ozourt, tandis que l'autre se dirige vers Poyartin et va se terminer sous la ville de Montfort.

Ces molasses varient assez fortement quant à leurs caractères minéralogiques; tantôt marneuses et à grains fins, elles sont le plus souvent sableuses, à gros grains; plus rarement elles se solidifient au point de fournir un mauvais moellon. Leur couleur est toujours bleuâtre, et elles sont exploitées activement comme marne. — A Saugnac, elles sont sableuses, à gros grains, et renferment le *Cupularia Cuvieri* et de grands échinodermes. — A Mimbaste, ce sont des marnes assez

lines. avec grands *Peignes*, *Clypeastres*, etc. — A Sort, elles ont à-peu-près les mêmes caractères et contiennent beaucoup de fossiles, notamment des dents et des vertèbres de poissons. Des molasses marneuses analogues sont exploitées à Clermont et à Garrey. — A Castelnau, il y a des moules de *Nautiles* de grande taille. — A Ozourt, elles sont presque réduites à l'état d'un sable calcaire peu argileux, avec grosses masses de *Polypiers*, *Cythérées*, *Huîtres*, etc. — A Poyartin, dans la marnière des Basques, la roche devient assez solide, et on y trouve beaucoup de coquilles dont le test est devenu friable (*Cythérées*, *Lucines*, etc.). Dans la marnière du Mulet, les couches sont fortement solidifiées par places, et contiennent des moules de *Pectunculus*, de *Cardita Jouanneti*, etc. — Au sud-ouest de Montfort, à Saint-Gabriel (Jean-Mouton), on exploite des molasses grossières avec fragments de bois charbonnés, souvent pyriteuses, et dans lesquelles il y a des moules de *Panopées* et de grosses vertèbres de cétaqués. — Enfin, sur le côteau de Montfort, on voit encore affleurer cette formation près de la fontaine du Bourg, et on y a recueilli des vertèbres de grandes dimensions.

Les fossiles les plus remarquables de ces molasses sont les suivants :

<i>Clypeaster marginatus</i> , LAM.	Vertèbres de poissons.
<i>Echinolampas semiglobus</i> , DES M.	Vertèbres de grands cétaqués.
— <i>hemisphæricus</i> , AG.	Dents de <i>Spare</i> .
<i>Cupularia Cuvieri</i> , D'ORB.	Dents de <i>Crocodile</i> .
<i>Pecten</i>, grande esp. indéf.	Os d'oiseaux.
Dents de <i>Carcharodon</i> ..., etc.	

Les motifs sur lesquels je me fonde pour mettre ces molasses sur le même horizon que les faluns à *Cardita Jouanneti* sont les suivants : 1° Elles n'existent que dans la partie occidentale de la Chalosse, tandis que les faluns précités ne commencent qu'au-delà, vers l'Est et le Sud, de sorte que rien ne s'oppose à ce qu'elles n'en soient une modification ; 2° sous le rapport paléontologique, elles renferment d'abord à Sagnac le *Cupularia Cuvieri*, et plus à l'Est les *Panopæa Menardi* et *Cardita Jouanneti*, toutes espèces très-caractéristiques, et qui semblent indiquer un passage latéral aux faluns.

3° Les Faluns de *Saubrigues* et de *Saint-Jean-de-Marsacq* sont exploités pour l'amendement des landes dans ces deux communes, principalement dans la première, au quartier de la Serre. Ce sont des marnes bleuâtres sablonneuses, tendres, à grains fins, auxquelles sont associés des bancs de 1 mètre environ d'épaisseur d'un macigno ou grès calcaire très-dur, gris-bleuâtre, micacé, avec traces de bois charbonnés et moules de *Pinna*. Ces bancs sont terminés, supérieurement et inférieurement, par des surfaces ondulées qui semblent

indiquer qu'ils ne sont qu'une consolidation des couches meubles. Ils sont distants les uns des autres d'environ 2 à 3 mètres, et séparés par une égale épaisseur de marne coquillière exploitée.

Les marnes sableuses de Saubrigues sont riches en fossiles bien conservés, parmi lesquels je citerai comme étant les plus abondants :

<i>Pinna nobilis</i> , BROCC.	<i>Pleurotoma oblonga</i> , BROCC.
<i>Natica sublabellata</i> , D'ORB.	— <i>monile</i> , BROCC.
<i>Pleurotoma pannus</i> , BAST.	<i>Murex spinicosta</i> , BRONN.
— <i>cataphracta</i> , BROCC.	<i>Cassis incrassata</i> , GRAT.
— <i>terebra</i> , BAST.	<i>Buccinum Badense</i> , PARTSCH.
— <i>obeliscus</i> , DES M.	<i>Conus subacutangulus</i> , D'ORB.
— <i>semimarginata</i> , LAMCK.	— <i>Puschii</i> , MICHELOTTI.
— <i>dimidiata</i> , BROCC.	

Les dépôts de Saubrigues sont de tous les faluns ceux dont il est le plus difficile de déterminer exactement la place dans la série des terrains. Isolés au milieu des Landes, ils n'ont aucune liaison stratigraphique avec les autres dépôts, et leur faune diffère singulièrement de celles de tous les autres gîtes fossilifères. Cependant, par la même raison qu'il paraît probable que les molasses ossifères ne sont qu'une modification latérale du falun à *Cardita*, il n'y aurait pas d'impossibilité à ce que les faluns de Saubrigues n'en fussent qu'un facies encore plus différent. Cette opinion, du reste, repose plutôt sur des présomptions que sur des faits certains, et il pourrait se faire qu'ils occupassent un niveau différent, soit inférieur, soit supérieur. En les rapprochant de l'ensemble des assises à *Cardita*, je m'appuie sur ces faits : 1° que, en raison de leur éloignement de ces dernières, ils pourraient bien n'être qu'un dépôt de la même mer, mais qui se serait effectué sous des conditions différentes; 2° que leur faune, bien que n'offrant que très-peu d'espèces communes avec les faluns à *Cardita* et les molasses ossifères, dénote un terrain assez moderne. — C'est par ces deux motifs, et pour ne pas trop multiplier les subdivisions quand les preuves positives manquent pour cela, que je propose de les réunir provisoirement aux faluns les plus récents du bassin de l'Adour. Nous reviendrons plus loin sur cette question.

GRUPE SUPÉRIEUR. — SABLE DES LANDES.

Cette formation, qui joue un rôle si important dans le bassin de l'Adour, possède, excepté vers le Sud, une grande uniformité dans sa composition. Elle couvre tout le Marensin d'un épais manteau, se retrouve au sommet de tous les côteaux et sur le plateau central de la Chalosse, et traverse le Gave pour aller se terminer, sous forme de

molasses ou macignos, au-dessous des dépôts diluviens dont il est souvent difficile de la séparer.

Dans le Marensin, les sables sont siliceux, blancs, jaunes ou rougeâtres. Ils sont fréquemment pénétrés de fer hydroxydé, et il en résulte une couche ferrugineuse souvent assez solide, dont la structure est grenue et quelquefois pisolithique (*alios*), ⁽¹⁾ qui ne se trouve jamais qu'à une certaine profondeur au-dessous du sol, et qui alimente à elle seule plusieurs forges, telle que celle d'Abesse, près de Dax, etc.

En Chalosse, cette formation, outre ses caractères généraux semblables à ceux qu'elle possède dans le Marensin, présente quelques particularités :

1^o Dans la partie septentrionale de cette région, on trouve sur plusieurs points des lambeaux de grès très-durs, siliceux, exploités pour le pavage et pour la fabrication de meules de moulin. Ces grès sont d'un blanc un peu grisâtre, ou colorés en jaune par du fer hydroxydé, et commencent à se montrer vers l'Ouest, au pied du Tuc-du-Saumon et au Buchuron, près Louer. Ils forment des lambeaux assez épais dans le vallon qui se dirige de Mugron vers Hauriet. A Horsarrieu, ils sont exploités sur la plaine, au pied du côteau. Enfin, à Coudures, près de Hontet, ils atteignent 2 à 3 mètres d'épaisseur. Ce sont ces grès que j'avais rapportés avec beaucoup de doute à l'âge des molasses du Fronsadais, dans ma première Notice, ⁽²⁾ tandis que M. Raulin ⁽³⁾ les a réunis en 1848 au sable des Landes, opinion que je partage aujourd'hui complètement. Leurs divers lambeaux constituent, comme on le voit, un ruban allongé à-peu-près dans le sens de la vallée de l'Adour, ne s'élèvent jamais sur les côteaux, et se trouvent au contraire à leur pied ou au fond de quelques vallons ;

2^o Au N. de Peyrehorade, sur la route de Dax, au sommet des côteaux, les sables des Landes deviennent extrêmement fins, peut-être un peu alumineux, et d'une couleur fauve claire; ils renferment de grandes masses irrégulières de sable d'un blanc pur et de nature identique ;

3^o Vers la base de cette formation, il y a, sur plusieurs points, des dépôts d'une argile très-pure, blanche ou d'un blanc-rosé, possédant

(1) On donne aussi le nom d'*alios* à une couche de sable coloré en rouge-brun ou en noir par des matières végétales. — Cette couche se trouve en général à une profondeur sensiblement constante au-dessous de la surface du sol, et paraît être le résultat d'actions contemporaines. — Elle occupe à-peu-près la même position que le véritable *alios* ferrugineux.

(2) *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e série, t. IV, p. 718. 1847.

(3) *Act. Acad. de Bordeaux*, 1848. (pag. 147 du tirage à part.)

une cassure un peu écaillée avec reflet nacré, et qui paraît n'être qu'un silicate d'alumine hydraté ou un kaolin remanié. Cette argile peut servir du reste à la fabrication de la porcelaine, comme l'ont démontré plusieurs essais et quelques tentatives d'exploitation. Ses principaux gisements se trouvent aux environs de Gaujac, au quartier Larrisseau. — La *Lenzinite* ou *Sévérîte*, qui forme des veines dans les argiles sableuses panachées de violet, de jaune et de rouge, de la commune de Boulin, près Saint-Sever, et qui a été l'objet d'une Notice de M. Léon Dufour, ⁽¹⁾ a beaucoup d'analogie avec ces argiles de Gaujac;

4° A Saint-Boès, au nord d'Orthèz, les sables des Landes ne semblent plus être représentés que par des argiles d'une grande finesse, d'un rose vif ou d'un rouge de sang, et qui ont des caractères à-peu-près semblables à ceux des argiles de Gaujac.

Il résulterait de ces faits que le sable des Landes se modifierait sensiblement dans la partie méridionale de la Chalosse, et aurait une tendance à passer à l'état de dépôts argileux.

Dans le Béarn, il est souvent fort difficile de distinguer la formation du sable des Landes de celle des graviers et poudingues diluviens. — Cependant, je me conformerai à l'opinion de M. Raulin, ⁽²⁾ en rattachant à cet horizon diverses assises de molasses calcaires qui se montrent sur plusieurs points à la base des dépôts caillouteux. Entre Pau et Monnein, par exemple, ces molasses sont bien développées dans les deux côteaux traversés par la grande route, et qui ont été déjà décrits par M. Dufrenoy. ⁽³⁾ En venant de Pau, on voit d'abord à la première montée des molasses argilo-sableuses jaunâtres, surmontées par des argiles calcaires à pâte fine, puis, au-dessus, une molasse concrétionnée jaunâtre, assez dure, qui supporte elle-même les puissants dépôts caillouteux qui forment la partie supérieure du coteau. La même coupe s'observe, sauf quelques changements de détail, dans le deuxième coteau.

Une molasse argilo-sableuse affleure au-dessous des poudingues, à 4 kilomètres au nord d'Oleron, et se rattache certainement aux roches précédentes.

Le coteau de Montestrucq, dont l'ossature est formée, comme nous l'avons vu, par les terrains créacés, est couronné par une masse épaisse de poudingue au-dessous duquel il y a une couche d'une argile très-fine, blanche, non calcaire, tachante, employée comme craie

(1) *Annal. Sciences nat.*, 1^{re} série, t. II, pag. 21. 1824.

(2) *Loc. cit.*, pag. 147.

(3) *Mém. pour servir à une descript. géol. de la France*. t. III, pag. 66. 1836.

dans le village, et qui rappelle par son aspect certains calcaires fragiles de la formation gypseuse du bassin de Paris. Au contact de cette argile et du poudingue, on trouve des rognons irréguliers de fer hydroxydé presque pur.

Enfin, les molasses calcarifères, tendres, jaunâtres, se retrouvent encore sur la rive droite du Gave, au-dessous des atterrissements diluviens, dans la commune de Labatut, entre Puyoo et Peyrehorade.

DILUVIUM.

Dans deux Mémoires publiés en 1815 et en 1819, Palassou (1) donna la description des puissants dépôts de cailloux roulés qui occupent de si vastes surfaces dans le Béarn, et arriva aux résultats suivants : Il reconnut trois sortes de dépôts caillouteux, dont l'un, désigné sous le nom d'*atterrissement antique*, était considéré comme le plus ancien et était composé de galets granitiques, quartzeux et schisteux. — Il nomma *atterrissements anciens*, les amas caillouteux qui contenaient, en outre des roches précitées, des galets calcaires; enfin il distingua encore, mais sans indiquer leur âge par rapport aux divisions précédentes, des accumulations formées presque uniquement de roches calcaires. — Les deux premiers dépôts forment des plaines étendues, le dernier constitue des côteaux.

En 1843, M. de Collegno (2) fut conduit à considérer les poudingues du Pont-Long et des environs de Pau comme appartenant à la même formation que le sable des Landes, et à les séparer du terrain diluvien ou erratique proprement dit.

Dans cette manière de voir, l'étude des terrains meubles supérieurs du bassin de l'Adour serait singulièrement simplifiée, et le véritable terrain erratique, résultat d'un transport tumultueux, se trouverait à-peu-près confiné dans l'intérieur de la chaîne des Pyrénées. — Bien que je ne sois pas éloigné d'adopter cette hypothèse, je continuerai cependant à désigner sous le nom de Diluvium tous les dépôts caillouteux du bassin de l'Adour, autres que ceux qui se rapportent à l'alluvion ancienne. On voit, en effet, ces accumulations de galets qui

(1) *Mémoires pour servir à l'Histoire naturelle des Pyrénées.*

(2) *Essai d'une classification des terrains tertiaires du département de la Gironde*, page 40. (Extrait des *Actes de l'Académie de Bordeaux*), — et *Mémoires sur les terrains diluviens des Pyrénées* (Extrait des *Annal. des Sc. géolog. de M. RIVIÈRE.* — 1843.)

acquièrent une si énorme épaisseur dans le Béarn, s'amincir à mesure qu'on avance vers le N., et dans le Marensin elles ne constituent plus que des dépôts superficiels au-dessus du sable des Landes. Celui-ci, au contraire, décroît d'épaisseur en sens contraire, et nous venons de voir que, dans le Béarn, il ne semble plus être représenté que par des molasses dont le facies est bien différent de celui des sables siliceux incohérents du Marensin.

C'est dans la partie orientale du Béarn que les dépôts diluviens acquièrent leur maximum de développement, entre le Gave d'Oleron et le Gave d'Ossau, à l'est du méridien de Navarreins. Dans cet espace, ils recouvrent d'une énorme épaisseur les formations crétacées, et affectent différentes dispositions par rapport au relief de la contrée; distribués le plus souvent au sommet des côteaux, ils recouvrent fréquemment aussi leurs flancs; d'autres fois, ils constituent des terrasses assez unies, telles que celle qui, partant de Sévignac, se dirige vers Oleron et va se terminer près de Navarreins, suivant ainsi une direction à-peu-près conforme à celle du Gave d'Ossau; enfin, ils forment encore le sol de certaines plaines relativement peu élevées, telles que celle des environs de Pau, et celle que l'on rencontre en allant de Rébenac à Oleron, entre Belair et Herrère. — A l'ouest du méridien de Navarreins, ils occupent encore de vastes surfaces au sud du Gave de Pau, et forment de grandes plaines comme celle de Bidache; mais leur épaisseur paraît bien moindre.

En Chalosse, le Diluvium a encore une grande puissance. Il forme, au-dessus du sable des Landes, une vaste nappe qui recouvre tout le plateau de la partie médiane de cette région, et se retrouve encore au sommet de tous les côteaux; cependant, on peut voir son épaisseur diminuer progressivement en allant vers le Nord. — A Gibret, Montfort, Saint-Sever, il constitue encore les parties les plus élevées des collines.

Au-delà, dans le Marensin, il ne se retrouve plus qu'à l'état de dépôts superficiels et d'une médiocre épaisseur, au-dessus du sable des Landes.

La nature des débris qui composent le Diluvium caillouteux est assez variée; les cailloux les plus généralement répandus sont de quartzite grenu, blanc ou roussâtre, quelquefois lustré. Le quartz massif est plus rare. Les cailloux granitiques, ordinairement très-altérés, sont fort abondants dans certaines parties du dépôt et disparaissent complètement dans quelques autres; il en est de même des galets calcaires. Les roches schisteuses ne sont pas très-fréquentes.

Dans des dépôts composés d'éléments si nécessairement variables, il est assez rare de rencontrer des associations constantes entre cer-

taines roches plutôt qu'entre certaines autres. — La nature des matériaux du Diluvium doit résulter de plusieurs causes, dont les principales sont la composition pétrographique des rochers d'où ils ont été arrachés, le volume des fragments, la direction et la puissance motrice de l'agent qui les transportait, leur résistance plus ou moins grande à l'écrasement, à l'usure, enfin à la décomposition chimique. — Une étude complète du Diluvium du bassin de l'Adour, envisagé à ces différents points de vue, présenterait sans doute un haut intérêt, mais nécessiterait aussi des recherches de longue haleine. Les limites qui me sont imposées par la nature même de ce travail ne me permettant pas d'entrer ici dans de grands développements, je me bornerai à indiquer les faits principaux.

Le plus souvent, dans le Béarn, le Diluvium des côteaux est composé de cailloux de quartzite. Sur quelques points, des cailloux granitiques se mêlent à ceux-ci et sont ordinairement dans un état avancé de décomposition. — Les galets calcaires ne se trouvent guère en quantité notable que dans les parties méridionales, au voisinage des montagnes, et principalement dans les dépôts de gros cailloux, comme dans la vallée du Nées, au sud de Pau. On en trouve aussi sur quelques points, constituant certaines parties du Diluvium des côteaux, comme entre Monnein et Pau, Monnein et Navarreins, etc. Ils sont, au contraire, fort rares et n'existent peut-être même pas dans la terrasse allongée qui s'étend de Sévignac à Navarreins, et qui est principalement composée de quartzite et plus rarement de granite altéré et de schiste. Ils paraissent manquer aussi dans les dépôts de la partie occidentale du bassin de l'Adour.

En Chalosse, les cailloux granitiques et calcaires ne se rencontrent plus qu'accidentellement, et le Diluvium devient principalement quartzeux. En général, la nature siliceuse de ces accumulations se prononce d'autant plus qu'on avance davantage vers le Nord.

Le volume des cailloux roulés est généralement d'autant plus considérable qu'on se rapproche davantage de la chaîne des Pyrénées, leur point de départ commun. Cependant, pour que cette remarque ne soit pas erronée, il faut tenir compte de la position géographique des lieux observés, car les plus gros galets se trouvent principalement vis-à-vis du débouché des grandes vallées, et surtout de la vallée d'Ossau, d'où paraissent être sortis la plus grande quantité de débris; en face de cette vallée, on voit, en effet, les cailloux conserver des dimensions considérables jusqu'au-delà de Pau, couvrir les hauts côteaux situés au nord de cette ville et former encore, sur une grande épaisseur, le sol des collines d'Aire, tandis qu'à l'ouest du méridien de cette ville, le volume des éléments du poudingue diminue rapidement, et à peine, en Cha-

losse, les cailloux dépassent-ils, sur quelques points, la grosseur d'un œuf. Ainsi, si l'on voulait représenter par des courbes la distribution des galets sous le rapport du volume, on aurait une série de lignes flexueuses, dont les sinuosités les plus avancées vers le N. correspondraient à l'ouverture des vallées, et se prolongeraient d'autant plus loin que celles-ci sont plus importantes. — Les localités où les cailloux atteignent le plus gros volume, c'est-à-dire dépassent la grosseur de la tête, sont la vallée du Nées prolongement de la vallée d'Ossau, les côteaux de Herrère près Oleron vis-à-vis de la vallée d'Aspe, les côteaux au nord de Sauveterre dans l'alignement de la vallée de Soule et ceux de Villefranque en face de la vallée de Baigorry.

Comme on le conçoit, les cailloux n'offrent point un triage suivant leurs dimensions, et les interstices laissés entre eux sont remplis par des galets de moindre volume, disséminés eux-mêmes dans une gangue formée de particules plus ou moins tenues. La composition de ce ciment est assez variable, quoiqu'elle soit en rapport immédiat avec celle des cailloux qu'il entoure. Il ne renferme du carbonate de chaux que dans les parties où cette substance forme elle-même des galets. Tous les dépôts dont les cailloux sont exclusivement quartzeux ou granitiques n'en contiennent aucune trace, et l'explication de ce fait est assez difficile à donner; car, de quelque manière que l'on interprète l'origine de ces accumulations de débris, il faudra bien admettre que l'agent qui les transportait charriait, en même temps, des fragments des roches calcaires si répandues dans presque toutes les parties des Pyrénées.

La gangue qui enveloppe les cailloux roulés est généralement sableuse, à grains plus ou moins gros; elle est souvent aussi argileuse, et le devient même quelquefois au point d'offrir une assez grande plasticité quand elle est humide. Sa couleur, rarement blanche, est ordinairement le gris-terreux ou le gris-jaunâtre, passant fréquemment au rouge, par suite de la présence de fer hydroxydé en quantité plus ou moins grande. Cette dernière substance devient quelquefois assez abondante et agglutine fortement les galets; il en résulte alors un poudingue assez dur pour servir à la fabrication de meules de moulin, comme on peut le voir entre Tilh et Orthèz. Dans les dépôts à cailloux calcaires, le ciment se charge par places d'une assez forte proportion de chaux carbonatée pour pouvoir être employé comme marne.

Jusqu'ici, je me suis attaché à décrire le Diluvium en tant que composé de cailloux roulés. Cependant, ces gros matériaux ne constituent pas à eux seuls la totalité de la formation, et sont associés à des couches ou à des amas lenticulaires de sables, d'argiles plus ou

moins fines, sans mélange de gravier, comme le prouvent les coupes suivantes :

— 1^o Coupe de la partie supérieure des côteaux situés à l'est de Monnein.

1^o Poudingue ferrugineux, semblable au n^o 2, dont il n'est qu'une modification;

2^o Poudingue à cailloux de quartz et de quartzite, de grosseur ovaire, avec bancs et lits irréguliers de sable grossier sans cailloux;

3^o Poudingue jaunâtre, à cailloux calcaires de la grosseur d'un œuf, au milieu duquel se font remarquer, à des hauteurs différentes, des couches irrégulières de sable grossier jaunâtre sans cailloux, ou du moins à cailloux très-rares, faisant vivement effervescence avec les acides;

4^o Molasse assez solide, calcarifère (sable des Landes).

— 2^o Coupe d'une mine de gravier, dans la commune de Labatut, entre Puyoo et Peyrehorade.

1^o Sable jaunâtre assez fin, sans cailloux..... 2^m.

2^o Sable blanc, fin, siliceux, un peu argileux, sans cailloux, formant un lit peu suivi..... 0^m,3 à 0^m,4.

3^o Poudingue ferrugineux, d'un rouge foncé, à cailloux ovaires et pugillaires de quartzite et de granite peu altéré. — Dans cette assise, il y a trois lits peu suivis de 0^m, 05 à 0^m, 2 de sable argileux avec *septaria* de fer hydroxydé. — Vers le haut, il y a quelques lits argileux sans continuité..... 4 à 5^m.

4^o Molasse argileuse jaunâtre, calcarifère, visible sur 1^m, 20 (sable des Landes).

Il résulte de cet aperçu que la formation diluvienne du bassin de l'Adour est constituée par des amas énormes de cailloux roulés, dans lesquels il y a des couches plus ou moins épaisses de sables, d'argiles et de molasses sans galets, distribués à différents niveaux. Cette observation exclut d'abord, dans l'interprétation théorique des faits, toute idée de phénomène de courte durée, et nous révèle, au contraire, une alternative de périodes de transport plus ou moins violent. Elle démontre encore à l'évidence que l'eau a été l'élément unique et essentiel de la répartition des débris, et que si les glaciers ont joué un rôle dans leur transport, ce rôle ne s'est pas étendu au-delà des vallées des Pyrénées que je n'ai pas étudiées, et n'a eu aucune part dans le mode de distribution dans les plaines qui s'étendent au pied de cette chaîne.

Bien que tout dénote dans les dépôts diluviens du bassin de l'Adour

le résultat de causes dont la durée a été assez longue, il est difficile de déterminer avec précision quelles sont les assises qui ont été produites les premières. — Les distinctions établies par Palassou, des *atterrissements antiques* et des *atterrissements anciens*, est purement arbitraire et n'est pas d'un grand secours sur ce sujet. Elle n'indique, dans certains cas, que la présence dans quelques dépôts de débris de roches considérées comme primitives à l'époque où écrivait ce naturaliste, et, dans quelques autres, celle de roches réputées de formation secondaire, tandis que, d'autres fois, elle paraît correspondre à la séparation établie de nos jours entre le Diluvium proprement dit et l'alluvion ancienne.

Indépendamment du niveau qu'elle occupe et de sa disposition dans les vallées parcourues par les cours d'eau actuels, l'alluvion ancienne se distingue très-aisément du poudingue diluvien par ses cailloux moins altérés et par l'abondance des galets d'ophite qu'elle renferme. Il n'est pas certain que cette dernière roche se rencontre à l'état de cailloux ou de galets dans le Diluvium. En effet, Palassou n'indique que vaguement dans ses atterrissements antiques des *morceaux d'ophite rares et dans un état complet de décomposition*, ce qui pourrait faire douter de la réalité du fait; or, dans le seul endroit où il en signale avec quelque certitude, à Montplaisir près Jurançon, M. de Collegno, malgré des recherches minutieuses, n'a vu que des blocs de grauwacke se délitant en écailles. Pour ma part, je n'ai jamais vu, dans les accumulations caillouteuses réellement diluviennes, aucun fragment ophitique reconnaissable.

ROCHES PYROGÈNES DU BASSIN DE L'ADOUR.

Les roches d'origine ignée qui ont surgi à travers les terrains du bassin de l'Adour, ont été désignées depuis longtemps sous le nom d'*Ophite*, par Palassou. Je leur conserverai cette dénomination, à l'exemple de tous les auteurs qui se sont occupés de la géologie des Pyrénées.

L'ophite du bassin de l'Adour est une roche assez mal définie quant à sa composition. Il a été considéré, par presque tous les auteurs, comme exclusivement formé d'amphibole et de feldspath, et ce serait alors un Diorite. Cependant, M. Cordier, qui a examiné quelques échantillons recueillis par moi, pense que les uns sont principalement composés de pyroxène et d'hypersthène, et que les autres sont formés de pyroxène et d'amphibole. D'après cela, il paraîtrait que le pyroxène joue le rôle principal dans la composition de l'ophite, ce qui viendrait

à l'appui de sa réunion aux Lherzolites proposée par M. Dufrenoy. (1)

Les roches ophitiques ont été décrites avec trop de soin par MM. de Charpentier et Dufrenoy, pour que j'aie à m'étendre longuement sur leurs caractères pétrographiques. Je renverrai donc, pour les détails, aux Mémoires publiés par ces deux savants, et je me contenterai de décrire les principaux gisements du bassin de l'Adour.

1° Ophite de Biaritz. Il forme un petit rocher situé en avant de la falaise nummulitique et qui n'est abordable qu'à basse mer. Cette roche est d'un beau vert, à cassure raboteuse, et d'une grande tenacité. Elle prend un beau poli sous le choc des vagues, et c'est elle précisément que M. Cordier considère comme composée de pyroxène et d'amphibole. Elle est entourée, comme nous l'avons vu, de brèches ou cargneules.

2° Au sud-est du village de Sainte-Marie-de-Gosse, près de l'Adour, au quartier de Bonnechon, un petit monticule conique est formé par un ophite compacto-grenu, verdâtre, dans lequel le pyroxène paraît jouer le rôle principal, et dont les fissures sont quelquefois tapissées de cristaux aciculaires d'épidote. Ce monticule est dominé au N.-O. par les côteaux de calcaire nummulitique déjà décrits.

3° Le Pouy-d'Ense, près Dax, sur le bord de l'Adour, paraît être entièrement composé d'un ophite grenu, d'un noir-verdâtre, formé de pyroxène et d'hypersthène, se délitant ordinairement en grosses boules à écailles concentriques. Dans un état plus complet de décomposition, cet ophite donne naissance à des argiles jaunâtres terreuses. M. de Grateloup y a observé de petites veines de stilbite.

4° Sur la route de Dax à Peyrehorade, à Saint-Pandelon, il y a un côteau élevé qui est entièrement formé par un ophite non altéré, d'un gris-verdâtre, à texture grenue lamelleuse, composé de pyroxène et d'hypersthène, exploité pour l'entretien des routes dans de grandes carrières, vers la base de la colline.

5° Le Pouy-d'Arzet est en grande partie ophitique. L'ophite y est grenu verdâtre, et affecte une tendance marquée au délit en écailles concentriques. Il est le plus souvent très-altéré, et vers le sommet de la colline il y a des affleurements d'argiles jaunâtres, à veines talqueuses, qui ne sont sans doute que le résultat de cette décomposition.

6° Le Pouy-de-Montpéroux, voisin du Pouy-d'Arzet, est en partie formé par le terrain primitif, comme nous l'avons vu, mais semble devoir son relief actuel à l'influence de l'ophite, car on trouve sur ses flancs des blocs nombreux de cette roche, presque toujours très-alté-

(1) *Mémoire sur les relations des Ophites, des gypses et des sources salées des Pyrénées* (Annales des mines, 3^e série, t. II, 1832).

rée, d'un gris-verdâtre, à cavités remplies de fer oligiste lamelleux passant fréquemment à l'état de fer hydroxydé.

7° A Bastennes, l'ophite est grenu, presque compacte, d'un noir-verdâtre, et apparaît quelquefois au-dessous des assises imprégnées de bitume. Il renferme de très-petits cristaux de pyrite jaune.

8° La masse presque entière du coteau sur lequel est bâtie l'église de Hon, près Gaujac, est constituée par un ophite compacte, d'un gris-verdâtre, ou grenu et altéré, principalement pyroxénique et à lamelles nombreuses de fer oligiste.

9° Le Pouy-de-Monsouer paraît être aussi ophitique, mais les roches sont presque partout cachées par la végétation.

10° A l'ouest de Rébenac, sur la route d'Oleron, au sommet des coteaux, il y a des masses d'une roche entièrement altérée, tendre, friable, qui paraît être un ophite décomposé.

11° Le château de Carresse est bâti sur un mamelon d'ophite très-altéré, d'après Palassou, et principalement formé, selon M. Levallois, d'amphibole noir.

12° D'après Palassou, cette roche se trouve sous le même état dans le village d'Hauterive, au sud de Carresse.

13° Au sud-est de Sallies, il y a des rochers d'ophite granitoïde ou compacte, formé d'amphibole et de feldspath, selon Palassou et M. Levallois.

14° A Gottein, au sud de Mauléon, Palassou signale une masse d'ophite en grande partie altéré, mais dans lequel on trouve encore des parties intactes et des cristaux d'épidote.

15° Enfin, je renverrai aux ouvrages de Palassou et de M. de Charpentier pour les gisements de Herrère, Ogeu et Sévignac.

PHÉNOMÈNES DONT L'ORIGINE PARAÎT SE RATTACHER A L'APPARITION DES OPHITES.

Tous les observateurs qui se sont occupés de la géologie des Pyrénées ont remarqué la liaison constante que présentent certaines roches avec les ophites. La connexion qui semble surtout exister entre ces dernières roches et le gypse est un fait très-remarquable qui avait frappé vivement les anciens observateurs : « L'ophite, disait Palassou dès 1819, ⁽¹⁾ n'est pas toujours accompagné de gypse, mais le gypse est l'indice certain du voisinage de cette roche ». — M. Dufrenoy, ⁽²⁾ dans un Mémoire très-intéressant publié en 1832, a établi comme un fait cer-

(1) *Mém. pour servir à l'histoire naturelle des Pyrénées.* 1819.

(2) *Mém. cité. Ann. des mines.* 1832.

tain la relation de l'ophite avec les gypses, certaines dolomies, des brèches calcaires et des argiles rouges séléniteuses. — Mes propres observations n'ajoutent que peu aux excellentes descriptions données par ce géologue, et avant lui par M. de Charpentier.⁽¹⁾ Aussi serai-je bref.

— 1° Parmi les amas *gypseux* du bassin de l'Adour, il en est qui ont été certainement produits par l'influence de dégagements sulfureux. De ce nombre sont les brèches ou *cargneules* qu'on observe sur plusieurs points, notamment au Pouy-de-Montpérourx et à Saint-Boës.

Le Pouy-de-Montpérourx offre de nombreux gisements de chaux sulfatée, à son pied sud, sur la plaine. Cette substance a été anciennement exploitée auprès des métairies de Coqué et d'Estambe, où elle était à l'état fibreux et saccharoïde. On l'extrait encore actuellement dans une carrière, pour les besoins de l'agriculture. Cette carrière est ouverte dans une brèche de dolomie compacte, noirâtre, traversée dans tous les sens de filets, de veines et d'amas de gypse cristallisé, saccharoïde ou fibreux. Certaines fentes sont aussi tapissées de cristaux dodécaédriques de fer sulfuré. — Ici la postériorité de la formation du sulfate de chaux n'est pas douteuse.

Au moulin de Monnic, près Saint-Boës, il y a des dolomies fragmentaires associées à du gypse blanc, fibreux, avec cristaux de soufre natif. Ces différentes substances sont en outre pénétrées de bitume sur certains points, et dépendent de la formation crétacée inférieure.

Il est d'autres gisements de sulfate de chaux dans lesquels l'influence des agents ignés est douteuse et n'a peut-être même joué aucun rôle.

A Biaritz, au fond d'une lacune qui sépare les roches crétacées inférieures des roches crétacées supérieures, on exploite du gypse fibreux et saccharoïde qui forme des veines et des amas dans des argiles rouges. L'ophite ne se montre pas en cet endroit, et comme nous l'avons vu, le rocher qui a été figuré à tort par M. Thorent comme en étant voisin, en est en réalité éloigné de plus d'un kilomètre. Mais, sur ce point, il y a une faille, et il ne serait pas impossible que cette faille eût servi d'issue à des dégagements sulfureux qui auraient produit les gypses. Il ne reste pas de traces de la remarquable disposition signalée par M. Dufrenoy, sans doute par suite des dégradations causées par la mer.

A Sainte-Marie-de-Gosse, au bord du petit étang de Gayrosse, et par conséquent au pied de la butte ophitique, il y a des argiles grisâtres qui contiennent du gypse cristallisé transparent, en grandes tables.

(1) *Essai sur les Pyrénées*. 1823.

Comme on le voit, il reste des doutes sur l'origine des gypses de Biarritz et de Sainte-Marie-de-Gosse. Peut-être l'influence ignée ne s'est elle manifestée dans leur production que sous la forme de sources thermales, ainsi que je l'ai laissé supposer en traitant des gîtes salifères du Béarn. Je pense qu'il faut rattacher ces deux gisements à ce même horizon gypso-salifère, suivant l'opinion de MM. Crouzet et de Freycinet, mais je ne puis avancer ce rapprochement qu'avec beaucoup de réserve, car cette question est sans contredit l'une des plus difficiles à résoudre entre toutes celles que soulève l'étude du bassin de l'Adour.

Quant aux dépôts de gypse et de sel gemme du Béarn, d'après les détails donnés par MM. Crouzet et de Freycinet, il est probable qu'ils sont d'origine sédimentaire. — Je renvoie, pour ce sujet, à ce que j'ai dit au chapitre des terrains crétacés.

— 2^o Ainsi que je l'ai avancé en 1847, je considère encore comme un effet de l'apparition des ophites, le bitume de Bastennes et de Gaujac. L'étude de ces localités démontre avec évidence que cette substance est le résultat d'une infiltration ou d'une distillation effectuée de bas en haut. En effet, les couches inférieures, constituées par le falun à *Cardita Jouanneti*, sont entièrement imbibées de bitume; ce bitume pénètre, en outre, de bas en haut dans le sable des Landes qui forme les couches supérieures, mais d'une manière irrégulière, par places, et les bancs sablonneux les plus élevés n'en contiennent point. — Les corps ayant une certaine compacité, comme les galets, les coquilles, n'ont pas été pénétrés, excepté dans leurs fissures. Il faut ajouter encore à ces faits que le bitume devient d'autant plus fluide et probablement d'autant plus volatil, qu'il est pris dans des couches plus supérieures.

Il est donc bien évident qu'ici il y a eu infiltration de bas en haut. Quant à l'explication théorique de ce fait, elle a déjà été proposée par M. Reichenbach, et, plus tard, par M. Baudrimont; tous deux ont attribué la production des bitumes à l'action de la chaleur sur les couches de houille ou de lignite. Il me paraît très-probable que dans le bassin de l'Adour, les bitumes sont le résultat de l'action des ophites sur les dépôts de lignite si abondants dans certaines parties du terrain crétacé inférieur.

— 3^o Certaines dolomies qui se trouvent au voisinage des ophites, pourraient bien être encore un résultat de l'apparition de ces roches. Telles sont les brèches dolomitiques cariées ou cargneules avec filets de chaux sulfatée, qui forment, comme nous l'avons vu, une sorte de ceinture autour du rocher d'ophite de Biarritz; celles du Pouy-de-Montpérroux, celles de Saint-Boës, etc.

— 4° Enfin, il faut sans doute rattacher à la même cause certaines modifications de texture éprouvées par les roches. Telle est la transformation des calcaires terreux à Nummulites de Biaritz en calcaires blancs saccharins, et, peut-être aussi, celle des calcaires nummulitiques de Bastennes en calcaires magnésiens compactes.

DATE DE L'APPARITION DES OPHITES.

La date de l'apparition des ophites n'a pas pu être encore déterminée avec une certitude complète, malgré les recherches de plusieurs savants célèbres. M. A. Boué,⁽¹⁾ en 1824, la faisait remonter à une époque antérieure aux terrains secondaires, tandis que M. de Charpentier,⁽²⁾ en 1823, sans se prononcer sur l'origine aqueuse ou ignée des ophites, les jugeait très-récents, et peut-être même postérieurs au creusement des grandes vallées des Pyrénées, et que M. Dufrenoy,⁽³⁾ en 1832, les considérait comme postérieurs même au sable des Landes.

Dans le cercle assez restreint du pays que j'ai étudié, je n'ai pas été plus heureux que ces observateurs, de sorte que le passage suivant de M. de Charpentier est encore aussi applicable à l'état de nos connaissances en 1854 qu'en 1823 : « Quant aux rapports de gisement » qui existent entre l'ophite et les roches qui l'accompagnent, il est » certain qu'il y a peu de faits en géognosie aussi difficiles à bien cons- » tater. (*Essai*, p. 514) ».

Ce qui est hors de doute, c'est que les terrains crétacés ont été disloqués par les ophites, puisque nous voyons ces terrains se relever sur les buttes formées par ces roches, et subir à leur voisinage de grandes modifications dans leur composition. — Il paraît en être de même des terrains nummulitiques, qui présentent aussi certains changements à leur approche, comme on peut le voir à Biaritz. Mais, au-delà, les faits deviennent plus vagues. Les faluns bleus offrent bien des indices de relèvement, comme à Lesperon et à Caignotte, et ces indices peuvent être attribués à l'apparition des ophites, mais les terrains plus récents ne se trouvent plus qu'en couches horizontales, et l'allure de leurs strates ne paraît pas avoir été influencée sensiblement depuis leur dépôt. Cependant, si la théorie que j'ai proposée de l'origine des bitumes de Bastennes se trouvait justifiée, on aurait là la meilleure preuve de la date récente de leur surgissement, puisque les bitumes ont pénétré jusqu'au sable des Landes.⁽⁴⁾

(1) *Ann. des sc. nat.*, loc. cit.

(2) *Essai sur les Pyrénées*.

(3) *Ann. des mines*.

(4) M. Constant-Prévoist a bien voulu me communiquer un bel échantillon qu'il a

D'un autre côté, nous avons vu que les dépôts diluviens ne paraissent pas contenir de galets d'ophite, tandis que ces galets sont abondamment répandus dans l'alluvion ancienne et moderne. Ce fait négatif n'est pas néanmoins une preuve décisive, puisqu'on pourrait bien objecter que cette roche peut se trouver à l'état de décomposition, et que sa présence devient dès-lors difficile à constater.

Enfin, comme nous le verrons plus loin, les terrains du bassin de l'Adour ont été probablement disloqués à une date postérieure au soulèvement des Pyrénées, et la direction E. 20° N. qui s'observe fréquemment, paraît se rapporter à des mouvements du sol contemporains de la formation de la chaîne principale des Alpes; de sorte que, ainsi que le fait remarquer M. Dufrenoy, tout porte à croire que l'apparition des ophites a coïncidé avec ce mouvement. Aucun fait, dans l'état actuel de nos connaissances, n'autorise à penser qu'il y a eu plusieurs époques d'éruption d'ophites, malgré la diversité de composition qu'ils présentent dans leurs différents gisements.

Il n'est pas probable que l'on puisse trouver, dans le bassin de l'Adour, des preuves palpables de la date de l'apparition des ophites. En effet, la question n'est pas de décider si ces roches ont disloqué les terrains crétacés, ce qui n'est pas douteux, ni même les terrains nummulitiques, ce qui ne paraît pas pouvoir non plus être contesté, mais bien de savoir si elles ont relevé les terrains miocènes ou les terrains plus récents. Les épanchements ophitiques qui se sont opérés à travers les diverses assises crétacées, ne peuvent donc fournir ici aucun enseignement, et il faut de toute nécessité que l'on observe ces épanchements là où affleurent les terrains tertiaires récents. Or, il n'y a que les gîtes de Bastennes et de Gaujac qui présentent ces conditions, et si le problème ne peut pas être résolu dans ces localités, il n'est pas probable qu'il puisse l'être ailleurs sur tout le versant nord des Pyrénées. D'ailleurs, l'ophite est souvent très-altéré et offre alors des caractères qui peuvent le faire confondre avec des dépôts appartenant au sable des Landes ou au Diluvium, et ceux-ci forment dans toute la Chalosse un épais manteau qui rend très-difficile l'étude des relations des roches. J'ai visité avec soin et même à plusieurs reprises toutes les localités où l'ophite a été signalé jusqu'à ce jour, et j'ai pu

recueilli à Bastennes et qui montre le contact de l'ophite altéré, gris-verdâtre, et du sable des Landes imprégné de bitume. La séparation des deux roches y est très-nette et très-tranchée. — Cet échantillon semble donc indiquer que l'ophite a pénétré dans le sable des Landes après avoir traversé, par conséquent, les faluns qui lui sont inférieurs, conformément à l'opinion que j'ai adoptée. — Cette opinion est celle de M. Constant-Prévost qui a pu voir le contact de l'ophite et des terrains tertiaires, et paraît être aussi celle de MM. Crouzet et de Freycinet.

même en indiquer plusieurs nouveaux gisements ; j'ai recueilli ainsi des observations qui rendent l'opinion que j'ai émise sur leur âge très-probable si elles n'en démontrent pas la certitude d'une manière absolue. Du reste, l'ophite ne forme, dans le bassin de l'Adour, que des éminences isolées, ordinairement très-peu étendues, et quelquefois de simples culots à peine remarquables. Je crois donc qu'on lui a attribué une importance très-exagérée, et je pense qu'il ne joue qu'un rôle presque insignifiant dans la géologie du bassin de l'Adour, à-peu-près tous les relevements de couches s'étant effectués contemporanément à ceux des Pyrénées.

En résumé, l'opinion de M. Dufrenoy, qui ne fait remonter l'apparition des ophites qu'à une époque postérieure au dépôt du terrain tertiaire supérieur et antérieure à l'alluvion ancienne, me paraît la plus probable, et a l'avantage de rendre compte de certains phénomènes assez difficiles à expliquer autrement, comme le relief de certaines parties du sol, la formation des bitumes et peut-être aussi l'origine d'une partie des sources thermales. Il est vrai que nous laissons encore indéterminés leur âge par rapport à ce que nous avons appelé Diluvium ; s'il vient à être démontré que ce dernier dépôt a été influencé par les ophites d'une part et n'en renferme point de débris d'une autre, il faudra le faire rentrer dans le terrain tertiaire, comme j'inclinerais à le faire. Ainsi se trouverait confirmée la manière de voir de M. de Collegno.

SOURCES THERMALES ET MINÉRALES.

Je me bornerai à mentionner ici l'existence, dans le bassin de l'Adour, de nombreuses sources thermales et minérales, dont l'étude serait presque étrangère à ce travail principalement stratigraphique. La plupart des sources chaudes sont groupées autour de Dax. La principale, située au milieu même de cette ville, a une température de 72° centigrades, ⁽¹⁾ ainsi que celle des Baignots. La source de Préchacq est au même degré, ⁽²⁾ celle de Saubusse marque 34°. ⁽³⁾ La source sulfureuse de Tercis est à 41°. ⁽⁴⁾ Dans le massif primitif du

(1) *Patria*. — De 61° à 69° centésimaux, selon THORE et MEYRAC. *Journal des mines*. — 69° cent. d'après le *Compte-rendu des travaux des Ingénieurs des mines pendant l'année 1853*.

(2) *Patria*. — 54° selon THORE et MEYRAC. — 42° cent. d'après le *Compte-rendu* (*loc. cit.*)

(3) THORE et MEYRAC, *loc. cit.* — 25° cent. d'après le *Compte-rendu* (*loc. cit.*)

(4) *Idem* 33° cent. d'après le *Compte-rendu* (*loc. cit.*)

Labourd, la source sulfureuse de Cambo est à 20°,⁽¹⁾ et enfin la source ferrugineuse de la même localité ne fait monter le thermomètre qu'à 16°. ⁽²⁾

Les sources froides sulfureuses sont assez nombreuses en Chalosse; les plus connues sont celles du moulin de Monnic près Saint-Boës, de Donzac, et du Buchuron près Préchacq. Thore ⁽³⁾ en mentionne aussi à Caupenne, la Hosse et Nousse. Il faut encore ajouter à cette énumération les eaux de Soucours près Sévignac.

Les sources salées de Sallies, de Carresse et d'Orâas, en Béarn, ont été l'objet d'un Mémoire spécial de M. Levallois, ⁽⁴⁾ auquel je renverrai pour les détails. Il y a encore des sources salées au pied du Pouy-d'Arzet, près Saint-Pandelon, au lieu dit *le Hour*, et à Gaujac.

L'origine des sources salées me paraît devoir être attribuée aux amas de sel gemme qui se trouvent dans les terrains crétacés. M. Dufrenoy ⁽⁵⁾ a fait voir que sur le versant espagnol des Pyrénées il y a des amas stratifiés considérables de cette substance, associés à des calcaires et à des grès qui se rapportent sans doute à notre étage des calcaires et psammites. Le même fait doit se reproduire dans le Béarn, comme le prouve un sondage de recherche qui, selon M. Dufrenoy, a rencontré le sel gemme à une certaine profondeur dans les terrains crétacés, ⁽⁶⁾ et aussi les détails qu'ont donnés récemment MM. Crouzet et de Freycinet sur les exploitations de sel gemme de Villefranque, d'Orâas, etc. ⁽⁷⁾ Les sources salées sortent généralement des roches stratifiées dépendant principalement du terrain crétacé, disloquées ou modifiées au voisinage de l'ophite. Il me paraît probable que cette roche a joué plutôt un rôle indirect dans la production de ces sources, en ouvrant aux eaux des canaux qui leur permettent d'arriver à d'assez grandes profondeurs, qu'un rôle immédiat en produisant les substances qu'elles tiennent en dissolution.

DISLOCATIONS DES COUCHES.

Ainsi que nous l'avons vu dans le courant des descriptions qui précèdent, les roches stratifiées du bassin de l'Adour ont éprouvé des

(1) POUMIER, *Journal des mines*, t. XXXVIII, pag. 227. 1815. — 21° cent. d'après le *Compte-rendu* (*loc. cit.*).

(2) POUMIER (*loc. cit.*).

(3) PALASSOU, *Suite des Mémoires, etc.*, pag. 253.

(4) *Annales des mines*, 1^{re} série, t. VI, pag. 403. 1821.

(5) *Idem* 3^{me} série, t. VIII, pag. 44. 1832.

(6) *Idem* 2^{me} série, t. VIII, pag. 360. 1830.

(7) *Idem* 3^{me} série, t. IV, pag. 395. 1853.

dérangements considérables depuis leur dépôt. Ces dérangements ont affecté surtout les terrains antérieurs aux faluns à *Natica crassatina*, et j'ai eu déjà l'occasion de signaler les plissements et les contournements nombreux des couches crétacées, principalement dans les parties voisines des Pyrénées. Ces couches ont été disloquées au point que nous ne les avons vues nulle part conserver leur horizontalité primitive. Il en est de même des terrains nummulitiques, dont les strates sont presque toujours fortement inclinées; cependant les mouvements qu'ils ont éprouvés s'affaiblissent au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la chaîne des Pyrénées.

Les faluns à *Natica crassatina* ne semblent pas avoir subi de dérangements comparables par leur intensité à ceux des terrains plus anciens. Néanmoins, ils offrent encore des indices assez sensibles de relèvement à Cazordite et à Lesperon.

Les terrains supérieurs à ces faluns n'ont pas été relevés d'une manière appréciable depuis leur dépôt; au moins ne voit-on plus, dans leurs strates, de traces d'inclinaison bien remarquables, mais il faut prendre en considération leur peu d'étendue en surface, qui peut avoir permis à la plupart de ces dépôts d'échapper à des commotions moins générales que celles qui ont affecté les terrains antérieurs. Si nous sortons pour un instant des limites du bassin de l'Adour, nous trouverons à Salles (Gironde), des couches de molasse à *Cardita Jovaneti* plongeant sous un angle de 20° à l'O.-N.-O., et sans attacher trop d'importance à ce fait, isolé dans la partie occidentale de l'Aquitaine, et qui peut bien n'être qu'un accident purement local, il y aurait lieu d'en tenir compte s'il venait à être observé sur d'autres points. Ces remarques préalables n'ont pas, j'en conviens, une grande valeur, et n'autorisent pas à conclure d'une manière certaine que les faluns supérieurs ont été relevés depuis leur dépôt, mais elles ne contredisent pas non plus cette dernière supposition, et les notions que l'on peut tirer de certaines directions observées réunissent encore quelques chances de probabilité, quand on les applique aux terrains tertiaires les plus récents.

Les directions que l'on observe le plus fréquemment dans le bassin de l'Adour sont à l'O. 18 à 20° N., c'est-à-dire qu'elles sont parallèles à celles que l'on observe le plus généralement dans la chaîne des Pyrénées. Les terrains nummulitiques et ceux qui leur sont inférieurs présentent seuls cette direction, et ont été influencés par conséquent par le soulèvement des Pyrénées. En effet, en prenant parmi les nombreuses directions de couches que j'ai relevées celles, au nombre de vingt-sept, dont l'orientation est la plus certaine, je trouve dix-huit directions à l'O. 20° N., dont quatorze observées dans les terrains

crétacés et quatre dans les terrains nummulitiques. Il est donc bien évident, d'après cela, que les terrains nummulitiques du bassin de l'Adour ont été relevés simultanément avec les terrains crétacés par la cause à laquelle on attribue le relief actuel des Pyrénées.

Après la direction O. 18 à 20° N., celle qui s'observe le plus souvent est E. 16 à 18° N., c'est-à-dire qu'elle est parallèle, comme le fait remarquer M. Dufrenoy, à la chaîne principale des Alpes.⁽¹⁾ Sur les vingt-sept directions mentionnées plus haut, cinq sont alignées dans ce sens. Il ne serait donc pas impossible que, postérieurement aux grandes dislocations contemporaines du soulèvement des Pyrénées, il y eût eu quelques accidents plus restreints qui se seraient produits à l'époque du soulèvement des Alpes principales. M. Dufrenoy⁽²⁾ fait coïncider avec cette dislocation l'apparition des ophites, opinion à laquelle je me suis rangé, parce qu'elle ne me paraît pas inadmissible d'abord, puis parce que, n'ayant rien de plus certain à proposer à la place, il m'a semblé que le parti le plus sage était de me conformer à l'opinion la plus accréditée.

D'après ce qui précède, nous voyons que les terrains nummulitiques ont participé, avec les terrains crétacés, au grand mouvement auquel les Pyrénées doivent leur existence, et qu'il ne serait pas impossible que les terrains plus récents eussent été affectés par la commotion qui a mis fin au dépôt des terrains tertiaires; ce dernier mouvement n'est pas encore démontré d'une manière indubitable.

On observe encore quelques directions différentes des deux précédentes, mais elles sont extrêmement rares, et je n'ai pas cru devoir en tenir compte pour le moment.

SYNCHRONISME DES TERRAINS DU BASSIN DE L'ADOUR

ET DU VERSANT NORD DU BASSIN DU S.-O. DE LA FRANCE.

Après avoir étudié les terrains du bassin de l'Adour au point de vue de leurs caractères pétrographiques, paléontologiques et stratigraphiques, il nous reste à rechercher maintenant quels sont les rapports qui les unissent à ceux du versant opposé du bassin dans lequel ils se sont déposés, en un mot, à établir leur parallélisme avec ceux du bassin de la Gironde.

Les terrains crétacés offrent d'assez grandes différences sur les deux versants du bassin, au moins pour les étages inférieurs. Cependant,

(1) *Annales des mines*, 3^{me} série, t. II, pag. 23. 1832.

(2) *Idem.*

les calcaires à *Ananchytes* nous fournissent un horizon parfaitement caractérisé et qui nous sera d'un grand secours dans nos inductions sur le synchronisme des étages inférieurs. J'adopterai ici les divisions qui ont été établies avec tant de précision pour le versant S.-O. du plateau central par M. d'Archiac, dans ses études sur les terrains crétacés. (1)

Le groupe des schistes, des calcaires et des dolomies, qui constitue la partie inférieure des terrains crétacés dans le bassin de l'Adour, me paraît correspondre au quatrième étage de M. d'Archiac, celui des calcaires à *Caprinelles*, des grès inférieurs, des argiles pyriteuses et des lignites de l'Île-d'Aix. Ces terrains, en effet, malgré la grande dissemblance de leurs caractères pétrographiques, possèdent quelques particularités qui leur sont communes; c'est ainsi que, dans le bassin de l'Adour comme dans la Charente-Inférieure, il y a des dépôts de lignite avec nodules de succin. Les fossiles, malgré leur excessive rareté dans le bassin de l'Adour, viennent appuyer ce rapprochement: tels sont les *Rhynchonella lata*, *Terebratula bicipitata* et *Radiolites polyconilites* des calcaires d'Orthèz, et le *Cardium hillanum* des marnes à lignites de Saint-Lon. — Cependant, il pourrait se faire que certaines parties de cet étage, que je n'ai pu subdiviser dans le bassin de l'Adour, fussent plus anciennes que les couches de la Charente-Inférieure, ainsi que tendrait à le prouver la présence de l'*Ostrea macroptera* dans les schistes de Rébenac, et celle, dans les parties inférieures des marnes de Saint-Lon, d'une huitre qui paraît se rapprocher beaucoup de l'*Ostrea Couloni*. Je n'ai pas cru, toutefois, devoir établir de subdivisions d'après des données aussi peu certaines.

Le groupe des psammites et des calcaires, dans l'hypothèse où le rapprochement qui précède serait adopté, deviendrait alors parallèle au troisième étage du versant nord du bassin du S.-O., celui des calcaires blancs à Rudistes et des calcaires marneux gris ou jaunâtres. Cependant, il y a une telle dissemblance entre les roches du groupe crétacé moyen du bassin de l'Adour et celles du troisième étage du bassin de la Gironde, que ce n'est qu'avec une grande hésitation que je propose ce parallélisme. Les données paléontologiques manquent ici complètement, car je n'ai pu découvrir, dans tout le groupe des calcaires et psammites du Béarn, que quelques fragments mal définis de fossiles (*Inoceramus*, *Nucula*).

Le groupe supérieur, caractérisé par l'abondance des *Ananchytes*, fournit notre meilleur horizon. Il correspond exactement à la craie

(1) *Annales des Sciences géologiques*, 1843. — *Mém. de la Soc. géol. de France*, t. II. 1837, — et *Comptes-rendus des progrès de la géologie*, t. IV. 1831.

grise marneuse ou glauconieuse et micacée du deuxième étage de M. d'Archiac, à laquelle il se relie d'ailleurs par le massif de Villagrain, isolé au milieu des Landes de la Gironde. Les roches possèdent de part et d'autre une grande analogie d'aspect : ce sont des calcaires gris-bleuâtre avec silex tuberculeux. Les fossiles suivants sont communs aux deux versants :

<i>Tragos pisiformis.</i>	<i>Rhynchonella vespertilio.</i>
<i>Ananchytes striata.</i>	<i>Terebratulula semiglobosa.</i>
<i>Hemiaster cor-anguinum.</i>	<i>Ostrea vesicularis.</i>

Enfin le quatrième étage, celui des calcaires jaunes à Rudistes, paraît manquer dans le bassin de l'Adour.

Les terrains nummulitiques, si développés dans le bassin de l'Adour, ne se retrouvent pas sur le versant nord du bassin du S.-O., ou du moins ne s'y présentent qu'avec des caractères notablement différents. M. d'Orbigny⁽¹⁾ a cru les reconnaître dans le lambeau tertiaire de Saint-Palais, près Royan, et j'ai partagé cette opinion,⁽²⁾ ainsi que M. Raulin,⁽³⁾ mais M. d'Archiac⁽⁴⁾ pense que ce dépôt isolé se rattache plutôt au calcaire grossier de Blaye. Je ferai remarquer pourtant que les couches de Saint-Palais diffèrent beaucoup par leurs caractères pétrographiques et leurs fossiles des calcaires inférieurs de Blaye et du Médoc. — Sur quatorze espèces d'échinodermes que j'ai recueillies dans la première localité, il n'y en a pas une seule qui se retrouve dans le calcaire grossier du Médoc, et quelques-unes se rapprochent beaucoup de certaines espèces nummulitiques du bassin de l'Adour, quoique M. d'Archiac ait reconnu de légères différences (*Calopleurus Agassizii*, *Echinolampas subsimilis*). Il paraît que M. d'Orbigny et M. Manès y ont rencontré des Nummulites, mais du reste l'absence de ces foraminifères ne serait pas un argument d'une bien grande valeur, puisqu'on en trouve jusque dans les terrains tertiaires moyens de l'Adour et de la Gironde. Enfin, le sondage de Peujard⁽⁵⁾ (Gironde)

(1) *Bull. de la Soc. géolog.*, t. XIV, p. 487. 1843.

(2) *Bull. de la Soc. géolog.*, 2^{me} série, t. IV, p. 1014. 1847.

(3) *Bull. de la Soc. géolog.*, 2^{me} série, t. V, p. 122. 1848. — *Id.* p. 439. — *Essai sur les terrains de l'Aquitaine*, p. 21.

(4) *Mém. de la Soc. géolog.*, 2^{me} série, t. II, p. 146. 1846. — *Bull. de la Soc. géolog.*, 2^{me} série, t. IV, p. 1015, 1847, et t. V, p. 129. 1848. — *Histoire des progrès de la géologie*, t. II, p. 700.

(5) *Bull. de la Soc. géolog.*, 2^{me} série, t. IV, p. 1014. 1847. — Une faute de typographie rend le sens de ma note très-obscur. Les premières assises traversées par la sonde sont une série de bancs argileux et non calcaires, comme cela a été imprimé.

ne s'oppose pas non plus à ce que l'on considère les roches de Saint-Palais comme inférieures au calcaire de Blaye, puisque après avoir traversé une épaisseur considérable de molasse, la sonde a pénétré dans des calcaires qui se rapporteraient par leur position aux calcaires à *Orbitolites* de Blaye, et au-dessous, dans des sables rougeâtres comparables à ceux de Saint-Palais. — Une succession de couches à-peu-près analogue a été observée dans le forage de Béchevelle.

En somme, cette dissidence entre la manière de voir de M. d'Archiac et celle à laquelle j'ai cru devoir me ranger, n'est pas d'une bien grande importance, surtout dans ma manière d'envisager les terrains nummulitiques. Avec beaucoup de géologues, je considère ceux-ci comme représentant dans le bassin du S.-O. toute la partie du terrain éocène inférieure au gypse. Il n'y aurait donc aucune impossibilité à ce que les couches de Saint-Palais représentassent les assises immédiatement inférieures au calcaire de Blaye. Si je voulais chercher leurs analogues dans le bassin de l'Adour, je mettrais en parallèle les sables à *Ostrea multicostrata* de Saint-Palais avec les grès à *Operculines* de la Chambre-d'Amour, et les calcaires à *Echinodermes* qui leur sont inférieurs correspondraient alors aux couches à *Eupatagus ornatus*. Le vrai calcaire grossier n'existerait pas alors dans le bassin de l'Adour, et n'aurait qu'un faible développement en Aquitaine, aux environs de Blaye et de Saint-Estèphe.

M. d'Archiac⁽¹⁾ a déjà fait ressortir les différences qui existent entre la faune nummulitique du bassin de l'Adour et celle des Corbières et de la Montagne Noire; il conclut que les eaux dans lesquelles s'effectuaient les dépôts aux deux extrémités du versant septentrional des Pyrénées devaient être séparées, ou n'offrir du moins qu'une communication très-incomplète, par suite de l'existence d'une digue sous-marine. J'ajouterai à cette importante observation que certaines considérations qui seront développées dans la deuxième partie de ce travail, me portent à penser que les gisements de l'Aude représentent un horizon inférieur à la majeure partie des assises nummulitiques de l'Adour. Je ne parle point ici des calcaires à Physes qui sont sans équivalent connu dans les Pyrénées occidentales.

Au-dessus des terrains nummulitiques, il y a une grande lacune dans la succession des terrains du bassin de l'Adour. C'est celle qui correspond à la puissante formation lacustre du Fronsadais, pendant le dépôt de laquelle le versant sud du bassin paraît avoir été émergé.

Les faluns bleus et les calcaires à *Natica crassatina* sont exactement parallèles au calcaire à Astéries du bassin de la Gironde. C'est

(1) *Mém. de la Sec. géolog. de France*, 2^me série, t. III, p. 399. 1850.

ce que prouve avec toute évidence la comparaison des faunes ; ne voulant pas revenir ici sur les preuves que j'ai déjà données de ce parallélisme, (1) je me contenterai de signaler les fossiles suivants communs aux deux versants :

Natica crassatina.

Trochus labarum.

— *Boscianus.*

Turbo Parkinsoni.

Delphinula scobina.

Cerithium Charpentierii.

Cardium discrepans.

Echinocyamus pyriformis. Ag.

Asterias laevis. CH. DES M.

Les faluns de Léognan et de Saucats n'ont aucun représentant dans le bassin de l'Adour.

Les faluns de Saint-Paul, de Saint-Avit et de Saint-Sever sont parfaitement identiques à ceux de Mérignac et de Bazas, dans le département de la Gironde. Il suffit de jeter un coup-d'œil sur les listes des fossiles de ces divers dépôts, pour acquérir la démonstration de ce fait. Presque toutes les espèces sont communes aux deux versants, toutes celles entre autres que j'ai déjà mentionnées (pag. 323).

Le calcaire d'eau douce de Bazas, ou de l'Armagnac et de l'Albigois, est à peine représenté dans la partie septentrionale du bassin de l'Adour, celle qui se rapproche le plus de l'Agenais, par les minces dépôts de Lucbardèz, auxquels il faut peut-être rattacher certaines assises à fossiles d'embouchure et lacustres de Mandillot, près Dax.

Les faluns supérieurs du bassin de l'Adour nous offrent trois facies spéciaux, que je suis disposé à considérer comme de même date, et dont un seul se prolonge au N. avec des caractères invariables : c'est le falun à *Cardita Jouanneti* d'Orthèz et de Mont-de-Marsan, qui se retrouve parfaitement développé, et avec des caractères identiques, à Salles, dans le centre des Landes de la Gironde. — Le facies des molasses ossifères et à échinodermes est plus spécial au bassin de l'Adour ; cependant, on pourrait encore trouver leurs analogues dans les molasses solides à ossements qui se voient à la base du falun de Salles. Il y a toutefois de grandes différences dans la composition des roches et dans les fossiles qu'elles renferment. — Enfin, le falun de Saubrigues et de Saint-Jean-de-Marsacq, dont la liaison avec les autres dépôts offre tant d'obscurité, est tout-à-fait limité au bassin de l'Adour.

Nous arrivons ainsi au sable des Landes, sur lequel il n'y a rien à

(1) *Notice sur le bassin de l'Adour.* Bull. de la Soc. géolog., 2^{me} série, t. IV, p. 720. 1847, et *Notice sur les faluns.* id.. t. V, p. 421. 1848.

dire, puisque sa continuité entre les deux versants du bassin exclut toute espèce d'incertitude. Le diluvium caillouteux qui termine la série des dépôts du bassin de l'Adour, aurait son représentant, dans le bassin de la Gironde, dans les poudingues et graviers ferrugineux de l'Entre-deux-Mers, etc.

Les ophites ne se sont point montrés dans le bassin de la Gironde, et sont jusqu'à ce jour particuliers aux Pyrénées.

Un premier fait découle de cette comparaison, c'est l'absence de toute formation d'eau douce dans le bassin de l'Adour, tandis que le versant opposé nous offre une succession de dépôts lacustres et de dépôts marins, et que la partie orientale de l'Aquitaine ne présente au contraire que des formations purement d'eau douce, ainsi que l'ont démontré les belles recherches de M. Raulin. (1) Dans ce travail purement descriptif, je ne puis m'étendre sur l'interprétation théorique de ces faits. Je dirai seulement que le bassin de l'Adour paraît avoir été émergé pendant la période du dépôt des molasses et des calcaires d'eau douce du Fronsadais. Quant à la présence exclusive des formations lacustres vers l'E., il me semble qu'une explication très-naturelle de ce fait est celle qui a été donnée en 1846 par M. Constant-Prévoist, à l'occasion du gîte ossifère de Sansan, (2) et qui a été depuis développée par M. Raulin. (3) Si, en effet, cette explication laisse encore subsister quelques doutes quand on veut l'appliquer aux terrains tertiaires anciens, elle paraît rendre compte d'une manière satisfaisante de certains faits qui s'observent dans plusieurs assises des terrains tertiaires moyens et supérieurs.

RÉPARTITION DES ASSISES DANS LA SÉRIE GÉNÉRALE DES TERRAINS.

Il ne me reste plus maintenant, pour compléter l'étude du bassin de l'Adour, qu'à indiquer la place que doivent occuper les différentes divisions que j'ai établies dans la série chronologique des terrains. Le tableau suivant indique cette distribution telle que je la conçois :

(1) *Nouvel essai d'une classification des terrains tertiaires de l'Aquitaine. Act. de l'Acad. de Bordeaux. 1848.*

(2) *Bull. de la Soc. géolog. de France, 2^{me} série, t. 1, p. 576. 1846.*

(3) *Loco cit.*

NORD DE LA FRANCE.		BASSIN DE LA GIRONDE.	BASSIN DE L'ADOUR.
T. QUARTENAIRE.	Diluvium.	Diluvium caillouteux de l'Ent.-deux-Mers	Diluvium.
TERRAIN TERTIAIRE SUPÉRIEUR OU PLOCIÈNE.	— Faluns de l'Anjou?	Sable des Landes. Faluns à <i>Cardita Jouanneti</i> .	Sable des Landes. Faluns à <i>Cardita Jouanneti</i> ; molasses ossifères; marnes de Saubrigues.
TERRAIN TERTIAIRE MOYEN OU MIOCÈNE.	— Faluns de la Touraine. Calcaire d'eau douce de la Beauce. — Sables et grès de Fontainebleau.	Calcaire lacustre de Bazas ou de l'Ar- magnac et de l'Albigeois. Faluns de Mérignac et de Bazas. Calcaire de Saucats et calcaire gris de l'Agenais. Faluns de Léognan et de Saucats. Calcaire à Astéries.	Calcaire d'eau douce de Lucbardéz. Faluns de Saint-Avit et de Saint-Paul. — — Faluns et calcaire à <i>Natica crassatina</i> .
TERRAIN TERTIAIRE INFÉRIEUR OU ÉOCÈNE.	Meulière de la Brie. Gypse et calcaire siliceux de St-Ouen. Grès de Beauchamp. Calcaire grossier. — Sables inférieurs et argile plastique.	Calcaire d'eau douce blanc du Périgord. Molasse du Fronsadais. — — Calcaire grossier de Blaye et du Médoc. Sables et calcaires de Saint-Palais. — —	— — — — Grès à Operculines et calcaires à <i>Eupa- tagus ornatus</i> . Calcaires à <i>Serpula spirulæa</i> . Marnes à <i>Térébratules</i> .
TERRAIN CRÉTACÉ.	Craie de Maëstricht et craie blanche. — Craie tuffeau et grès vert. — Gault. Groupe néocomien.	Craie jaune de Royan (1 ^{er} étage). Craie grise à silex (2 ^e étage). Calcaires blancs à Rudistes (3 ^e étage). Calcaires à <i>Caprinelles</i> , grès, argiles et lignites (4 ^e étage). — —	— Craie à <i>Ananchytes</i> . Groupe des calcaires et psammites. Groupe des calcaires et schistes noirs. — —

Le parallélisme entre les terrains créacés du sud-ouest et du nord de la France est assez difficile à établir avec une certaine rigueur. M. d'Archiac, en traitant ce sujet, a procédé avec beaucoup d'hésitation, et lorsque nous voyons un savant qui a fait une étude aussi approfondie de la question ne donner ses conclusions qu'avec doute. à plus forte raison dois-je n'exposer les miennes qu'avec une extrême réserve. — Déjà M. d'Archiac avait proposé, en 1843, ⁽¹⁾ le synchronisme des parties supérieures des terrains créacés du S.-O. et de la craie blanche du bassin de Paris. Je me rangeai à cette opinion en 1847, ⁽²⁾ ainsi que M. Raulin en 1848 ⁽³⁾ et M. d'Orbigny dans la plupart de ses publications. ⁽⁴⁾ Mais dans un deuxième mémoire, M. d'Archiac ⁽⁵⁾ est revenu sur ses premières opinions et a été conduit à assimiler l'étage supérieur du S.-O. à la craie jaune de Touraine, et le deuxième étage à la craie micacée du même pays. Sans repousser ce rapprochement, je continuerai, en attendant des preuves plus décisives, à admettre le parallélisme du deuxième étage du S.-O. et de la craie blanche du Nord. Il me semble, en effet, que dans l'Aquitaine, le troisième et le quatrième étage représenteraient assez bien tout cet ensemble de couches qui constituent la craie tuffeau du bassin de la Loire et qui est caractérisé, aussi bien que les deux étages inférieurs du S.-O., par le *Gryphæa columba*, fossile qui manque au contraire dans les deux étages supérieurs de la Saintonge et du Périgord. Ces deux étages supérieurs contiennent d'abord d'énormes accumulations d'une espèce bien caractéristique de la craie blanche, l'*Ostrea vesicularis*, et dans les assises de calcaires gris de nombreux *Ananchytes*, genre spécial jusqu'à ce jour au même horizon. La découverte de deux Ammonites (*A. Lewesiensis*, *A. Mantelli*), toujours très-rares et dont la première est même contestée quant à sa détermination, ne me semble pas suffisante pour détruire le rapprochement basé sur la présence des *Ananchytes* et de l'*Ostrea vesicularis*, si abondamment répandus dans le S.-O.

Je serais donc disposé à considérer les deux groupes inférieurs du S.-O. comme correspondant à la craie tuffeau, tandis que les deux étages supérieurs, et particulièrement celui des calcaires gris à *Ananchytes*, seraient synchroniques de la craie blanche.

(1) *Études sur la formation créacée. Ann. des sc. géol.*, t. II, p. 121. 1843.

(2) *Notice sur le bassin de l'Adour. Bull. de la soc. géol.*, 2^{me} série, t. IV, p. 1014. 1847.

(3) *Nouvel essai....., etc.*, p. 154. 1848.

(4) *Cours et prodrôme de Paléontologie.*

(5) *Mém. de la Soc. géol.*, 2^{me} série, t. II, p. 136. 1846. — *Hist. des progrès de la géologie*, t. IV, p. 438. 1851.

Les terrains nummulitiques n'offrent dans le bassin de l'Adour aucun indice de cette subdivision en deux portions, l'une crétacée, l'autre tertiaire, qui a été admise pour les Corbières par Tallavignes. (1) Ils forment un tout indivisible que je mettrai en parallèle avec les assises du terrain tertiaire du Nord inférieures au calcaire grossier. Je ne reproduirai pas ici les preuves tirées des fossiles qui ont été fournies par MM. d'Archiac, Al. Rouault, Alc. d'Orbigny, etc. Les études géognostiques viennent à l'appui de cette opinion, en nous démontrant que, dans le bassin de l'Adour, les terrains nummulitiques tiennent exactement la place qu'occuperaient les assises inférieures du terrain éocène du bassin de Paris, si elles s'y retrouvaient avec les caractères qui leur sont propres.

L'identité du calcaire de Blaye et du calcaire grossier de Paris, admise dès 1830 par M. Deshayes, n'a été contestée par personne.

Je ne reviendrai pas sur le parallélisme que j'ai proposé, (2) et qui a été admis par M. Raulin, (3) des molasses du Fronsadais et du calcaire d'eau douce du Périgord avec le groupe du gypse du bassin de Paris.

L'assimilation du calcaire à Astéries et des faluns bleus inférieurs du bassin de l'Adour aux sables et grès de Fontainebleau, repose sur leur superposition aux molasses et aux calcaires blancs du Périgord, considérés comme contemporains de l'étage gypseux parisien, et sur l'identité de certains fossiles, principalement du *Natica crassatina*. Ils constitueraient le terrain miocène inférieur.

Les faluns de Léognan et de Saucats me paraissent devoir se rattacher par leurs fossiles au terrain miocène supérieur. Ils n'ont pas jusqu'à ce jour d'équivalent dans le bassin du Nord, à moins que ce ne soit dans les parties supérieures des sables de Fontainebleau, comme le croit M. Raulin. (4)

Le calcaire l'eau douce gris de Saucats et de l'Agenais me semblerait appartenir déjà au terrain miocène supérieur, par le fait de sa postériorité aux faluns de Léognan et de Saucats. M. Raulin (5) en fait le représentant de la formation d'eau douce de la Beauce, opinion qui me paraît, en effet, très-fondée.

Les faluns de Mérignac, Bazas, Saint-Avit, Saint-Paul, etc., fournissent un des meilleurs horizons du S.-O; avec M. Raulin, (6) je les

(1) *Bull.*, 2^{me} série, t. IV, p. 1127. 1847. — *Id.*, t. V, p. 412. 1848. — *Comptes rendus*, t. XXV. 15 nov. 1847.

(2) *Mém. de la Soc. géol.*, 2^{me} série, t. II.

(3) *Nouvel essai*, p. 133.

(4) *Idem*, p. 134.

(5) *Idem*, p. 134.

(6) *Idem*, p. 134.

considère comme exactement homologues des faluns de la Touraine. Le grand nombre d'espèces fossiles communes aux deux bassins rend cette assimilation évidente.

Le calcaire de Bazas ou de l'Armagnac et de l'Albigeois n'est pas représenté dans le Nord.

Les faluns à *Cardita Jouanneti* de l'Aquitaine auraient, selon M. Raulin, ⁽¹⁾ leurs analogues dans les faluns de l'Anjou.

En réunissant les trois facies des faluns supérieurs en un seul groupe que je placerai à la base du terrain pliocène, j'ai cherché d'abord à mettre en relief leur postériorité très-probable aux faluns de Mérignac, considérés comme type du terrain miocène supérieur. Au point de vue géognostique, ces faluns affectent une indépendance remarquable, et tandis que nous avons vu les faluns de Mérignac ne pas dépasser au S. la vallée de l'Adour, les dépôts à *Cardita Jouanneti* s'étendent jusque près d'Orthèz, où ils reposent directement sur les calcaires crétacés inférieurs. Enfin, j'ai voulu rendre compte de la physionomie de leur faune, qui présente un assez grand nombre d'espèces identiques avec celles des marnes subapennines de l'Italie, espèces qui leur impriment le caractère d'un dépôt plus moderne que les autres assises coquillères. ⁽²⁾

Les marnes de Saubrigues, dont nous n'avons pu démontrer les rapports avec les faluns à *Cardita Jouanneti*, sont tout-à-fait limitées à la partie occidentale du bassin de l'Adour. Elles présentent une identité frappante avec les argiles de Baden, dans le bassin de Vienne. — M. Hörnes m'écrivait, à la date du 22 février 1851, que toutes les espèces que je lui avais envoyées de Saubrigues se retrouvaient à Baden, et qu'il avait été frappé de la ressemblance que présentent les fossiles de ces deux localités quant à leur aspect et leur mode de conservation. D'un autre côté, en comparant avec M. Raulin ⁽³⁾ les 50 espèces de Saubrigues que je possède à une collection de 25 espèces de Baden qui m'a été envoyée par M. Hörnes, nous avons reconnu 12 identiques. L'âge du falun de Saubrigues se trouverait donc exactement déterminé par la fixation de celui des marnes de Baden, dont beaucoup d'espèces et tous les foraminifères entre autres, d'après M. d'Orbigny, ⁽⁴⁾ ont leurs identiques dans les terrains subapennins de l'As-tésan.

(1) *Bull.*, 2^{me} série, t. IX, p. 416. 1852.

(2) Voyez, pour plus de détails, la Note de M. Raulin sur les terrains tertiaires de l'Aquitaine. *Bull.*, 2^{me} série, t. IX, p. 410. 1852.

(3) *Idem*, p. 419.

(4) *Cours élémentaire de paléontol. et de géol. stratigr.*, t. II, p. 787. 1832.

Je n'ai rien à dire sur le sable des Landes, qui a été considéré, à l'exemple de M. Dufrenoy, par tous les géologues qui se sont occupés de l'étude de l'Aquitaine, comme appartenant au terrain tertiaire supérieur. — Je n'ajouterai rien non plus à ce que j'ai déjà dit du Diluvium.

Telles sont les conclusions que l'état de nos connaissances sur le sud-ouest de la France nous permet de tirer. Si quelques-unes réunissent beaucoup de probabilités, d'autres présentent encore quelques incertitudes que le temps et de nouvelles recherches feront, nous devons l'espérer, disparaître avant peu.

DEUXIÈME PARTIE.

Considérations sur l'âge et le classement des terrains Nummulitiques.

Dans la première partie de ce travail, en nous occupant des terrains tertiaires, nous avons étudié les terrains nummulitiques en eux-mêmes, sans rechercher les liaisons qu'ils peuvent avoir avec le reste du grand ensemble de dépôts analogues qui joue un rôle si important dans la structure géologique de la zone méditerranéenne et de l'Asie méridionale. La recherche de ces liaisons fera le sujet du présent chapitre ; je serai conduit à discuter la place que doivent occuper ces terrains dans la série chronologique générale, ainsi qu'à examiner s'ils forment un tout indivis représentant une seule période géologique, ou bien s'il ne serait pas possible d'y reconnaître plusieurs dépôts successifs analogues à ceux des terrains tertiaires du nord de l'Europe.

Le classement des terrains nummulitiques a vivement préoccupé les géologues depuis une dizaine d'années. Les uns, frappés de l'analogie des fossiles qu'ils renferment avec ceux des terrains tertiaires du bassin de Paris, les ont rangés dans les terrains éocènes, tandis que les autres, attachant plus d'importance aux éléments purement stratigraphiques de la question, n'osaient considérer comme tertiaires des roches rappelant par leur aspect les terrains anciens, des couches violemment disloquées et portées quelquefois jusqu'au faite de hautes chaînes de montagnes ; ces derniers les rattachaient aux terrains secondaires. — Comme la discussion de ces deux opinions touche aux méthodes générales de la géologie, nous la ferons précéder de quelques considérations générales.

Le but final que se propose la géologie n'est pas uniquement la connaissance, même complète, de chaque bassin en particulier. Elle aspire à un résultat plus philosophique, plus en harmonie avec la grandeur de son sujet, à la reconstitution de l'histoire du globe terrestre. Pour cela, elle réunit les connaissances qui lui ont été acquises par des études plus circonscrites, les compare, les complète les unes par

les autres, et s'efforce d'arriver à une synthèse qui serait la plus haute expression de la science. C'est vers cet idéal que doivent tendre tous les efforts des géologues; aussi semble-t-il qu'un travail soit privé d'une partie de l'intérêt qu'il serait susceptible de présenter, si l'auteur n'a pas essayé de rattacher ses résultats au faisceau de connaissances acquises qui compose le corps de la science.

La connaissance complète de l'histoire de la terre pendant un espace de temps déterminé, implique de toute nécessité la connaissance de l'histoire de chacune de ses parties pendant le même temps, de même que dans un autre ordre d'idées, l'histoire universelle de l'humanité suppose connue l'histoire particulière de chaque peuple considéré isolément. Ici donc, comme toujours, l'analyse doit précéder la synthèse, c'est-à-dire que chacun des éléments de la question doit être étudié séparément et complètement avant qu'on puisse aborder leur comparaison d'où sortira la loi générale.

Pour atteindre ce résultat, la géologie dispose de deux ressources : la *pétrographie* dont la *stratigraphie* est la branche la plus importante, et la *paléontologie*. Afin d'apprécier l'étendue des connaissances que l'on peut acquérir par l'emploi convenable de ces deux parties de la science, supposons qu'il s'agisse de reconstituer l'histoire du globe terrestre pendant une période limitée, la période tertiaire par exemple. Tous les dépôts qui se sont formés pendant cette période ne sont pas actuellement continus; ils couvrent des surfaces plus ou moins étendues, séparées les unes des autres par des mers ou par des espaces occupés par des dépôts plus anciens. Il faut donc que chacun de ces lambeaux soit connu pour qu'il soit possible de rechercher dans quel ordre se sont produits les événements dont la terre a été le théâtre pendant la durée de leur formation.

Le premier travail à exécuter consiste à distinguer les uns des autres les dépôts qui entrent dans la composition du lambeau ou bassin qu'on étudie, puis de reconnaître quel a été l'ordre de leur formation dans le temps, ce qui revient à déterminer leur ordre de superposition. La distinction des dépôts repose principalement sur les recherches stratigraphiques, mais elle trouve un auxiliaire puissant dans la paléontologie. Si, en effet, tous les dépôts conservaient dans le sens horizontal les mêmes caractères pétrographiques, si en même temps ils différaient constamment dans le sens vertical, leur séparation serait uniquement du ressort de la stratigraphie, et c'est ce qui advient toutes les fois que cette supposition se trouve réalisée; mais il arrive souvent que ces dépôts subissent des changements considérables de composition dans leur étendue, ou bien qu'ils se confondent graduellement avec ceux qui les recouvrent ou sur lesquels ils reposent. Il devient alors plus

difficile de les distinguer, mais cette difficulté peut être souvent tranchée en suivant pas à pas la même assise, la même couche, et en cherchant à relier, par la reconnaissance des passages intermédiaires, ses extrémités dissemblables ; mais si une solution de continuité venait à se présenter, l'assimilation des deux membres d'une même couche deviendrait souvent arbitraire : heureusement les caractères tirés des débris fossiles sont un nouvel élément qui peut aider puissamment à résoudre la difficulté. Chaque dépôt, quand il est fossilifère, est, en effet, caractérisé par un plus ou moins grand nombre de formes organiques qui ne se retrouvent pas dans les dépôts antérieurs ou postérieurs. Ces formes, qu'il faut s'attacher à connaître, peuvent donc servir, non-seulement à diviser une assise en deux autres ayant la même composition, mais encore à constater l'identité d'un même horizon géologique lorsque les caractères minéralogiques viennent à changer. — Toutefois, l'application de ce principe est restreinte par les modifications que peut présenter un même ensemble de fossiles dans le sens horizontal, suivant les conditions particulières d'existence qui étaient offertes aux êtres organisés, selon les lieux, à l'époque où ils vivaient ; cependant, en étudiant de proche en proche ces modifications organiques de même qu'on a étudié les transformations minéralogiques, on arrive à reconnaître leur contemporanéité ; mais hâtons nous de dire que le plus souvent certaines formes plus indépendantes des circonstances extérieures persistent sur de vastes étendues et fournissent autant de jalons d'une grande valeur.

La distinction des dépôts a donc pour élément principal l'étude stratigraphique du sol, qui constate leur séparation par leurs différences de composition, la discordance de stratification, la transgression de superposition, la dénudation des couches, etc. La paléontologie lui fournit des données d'une grande importance, et ces deux branches de la science doivent marcher de front et s'éclairer mutuellement. Un des plus beaux titres de gloire de Cuvier et d'Alex. Brongniart est d'avoir les premiers proclamé cette vérité. Aussi les progrès considérables que la science a faits depuis un demi-siècle datent-ils des travaux mémorables de ces deux illustres savants.

Une fois les dépôts distingués, il s'agit de reconnaître leur ordre de superposition. Cette étude est entièrement du domaine de la stratigraphie, et elle ne doit plus invoquer le secours de la paléontologie que lorsque toute donnée de superposition vient à manquer.

Lorsqu'on a déterminé l'ordre de superposition des dépôts, il faut examiner quelle est leur importance relative, c'est-à-dire rechercher quelle est la valeur des caractères d'après lesquels on les a différenciés. L'examen de leurs allures stratigraphiques, celui de leur faune et de

leur flore fossiles sont ici d'une égale autorité, car deux dépôts sont d'autant plus distincts qu'ils ont été formés dans des circonstances plus dissemblables, qu'il existe entre eux une démarcation plus tranchée, et qu'ils renferment un nombre plus considérable de débris organiques différents. En se livrant à ce genre de considérations, on arrive bientôt à constater qu'il existe dans la série verticale des couches un certain nombre de plans de séparation plus nets, plus tranchés que les autres, qui déterminent à diverses hauteurs des démarcations d'une importance supérieure. En même temps, ces plans sont tellement situés qu'il arrive presque toujours que les couches comprises entre deux quelconques d'entre eux, se ressemblent plus entre elles qu'elles ne ressemblent à d'autres couches comprises entre des plans différents. Mais comme ces séparations sont d'une importance plus ou moins grande, on est conduit à établir des groupes du premier, du deuxième, du troisième ordre, etc., dont la valeur devient d'autant moindre qu'on se rapproche davantage de l'unité géologique, de la couche. Le géologue suit donc ici une marche tout-à-fait analogue à celle que suivent les naturalistes dans l'établissement des espèces, genres, familles, etc.

Jusqu'ici nous n'avons considéré que les formations purement sédimentaires, ou effectuées sous l'influence des eaux. Mais ces formations peuvent avoir été accompagnées ou interrompues par l'injection, l'épanchement ou l'éruption de matières à l'état de fluidité ignée venues de la masse intérieure du globe terrestre. Un nouveau sujet de recherche se présente donc ici; il faut étudier ces matières en elles-mêmes ou dans leur composition, puis dans leurs rapports avec les formations de sédiment qu'elles ont traversées, enfin dans leurs relations mutuelles. La première de ces études est du ressort de la pétrographie pure, les autres doivent faire connaître l'influence soit mécanique, soit physique, soit chimique que les roches d'origine ignée ont exercée sur les roches de sédiment qu'elles ont traversées, puis l'époque de leur production qui se détermine par la recherche des formations sédimentaires qui ont été traversées par elles, ainsi que par la pénétration qui peut s'être effectuée de certaines de ces roches ignées par d'autres plus récentes qui sont venues les couper sous forme de filons. De ces deux dernières recherches, l'une a pour base la stratigraphie, l'autre s'appuie sur des procédés d'investigation qui sont propres à ce genre d'études.

Lorsque les recherches dont nous venons d'esquisser la marche ont été achevées, il reste à aborder un nouveau genre d'observations dont la spécialité est plus tranchée en ce qu'elles n'ont qu'un rapport moins direct avec la géologie générale, et en ce qu'elles sont destinées à faire connaître la distribution particulière des dépôts dans un champ d'étu-

des borné. Ces recherches ont pour objet de déterminer les variations que peuvent éprouver les différents dépôts dans leur composition, dans leurs allures, dans leur puissance, et aussi leur étendue soit absolue, soit superficielle, enfin, leurs relations avec la configuration actuelle du sol. Un des résultats de ces investigations est la carte géologique de la contrée.

Ici se termine ce que l'on peut appeler la géologie descriptive du pays. Mais après avoir reconnu la nature et l'arrangement des éléments qui concourent à en former le sol, on est conduit à rechercher quelles influences, quelles causes ont présidé à leur disposition. Cette partie théorique est le complément et la conséquence de la première. Elle cherche dans la géographie physique, c'est-à-dire dans l'étude des phénomènes de l'époque actuelle, l'explication de ceux qui se sont produits dans le temps passé. — La zoologie et la botanique fournissent des données précieuses sur quelques-unes des circonstances qui ont présidé à la formation des dépôts, et sur les anciens climats, données qui deviennent de plus en plus certaines à mesure qu'on se rapproche de l'époque moderne. Les autres sciences, la chimie, la physique, la mécanique, l'astronomie, apportent aussi leur contingent de faits pour éclairer l'histoire des anciens âges de notre planète.

Quand un bassin, un espace limité de la croûte du globe terrestre, a été envisagé sous tous les points de vue que nous venons de mentionner, on peut le considérer comme connu, et d'autant mieux que chacune de ses parties aura été plus sévèrement observée. Il pourra servir de terme de comparaison pour un deuxième bassin, et cette comparaison agrandira le champ des notions scientifiques en comblant les lacunes qui peuvent s'être produites dans le premier pendant la succession des temps, et en faisant connaître une plus grande partie de la surface terrestre. Il faut donc s'attacher à découvrir quel était l'ordre de choses existant dans l'un d'eux pendant que certains faits déterminés s'accomplissaient dans l'autre; il s'agit, en un mot, de déterminer le synchronisme des étages ou des terrains,⁽¹⁾ c'est-à-dire d'établir le parallélisme des deux séries. Comme le présent chapitre aura principalement pour but des appréciations de ce genre, nous allons examiner sommairement sur quelles données elles se basent, et quelles difficultés celles-ci peuvent présenter dans l'application.

(1) Il est clair que dans un même bassin deux terrains ou deux étages ne sauraient être synchroniques, ces mots *étage* et *terrain* impliquant des idées d'époques différentes. Nous voulons parler ici du synchronisme qui peut exister entre les étages ou les terrains qui ont été reconnus dans deux bassins séparés, c'est-à-dire entre les divisions de deux séries de couches qui se sont déposées séparément.

Lorsqu'il s'agit de bassins séparés, le mot *synchronisme* a le défaut d'impliquer une idée trop absolue de simultanéité, et serait peut-être avantageusement remplacé par celui d'*homologie*. (4) Il ne serait nullement impossible, en effet, que sur deux points de la terre éloignés l'un de l'autre, deux dépôts complètement identiques ne se fussent pas formés exactement à la même époque, et que l'un même n'eût pas commencé à se faire pendant que l'autre était déjà achevé. Cependant, comme il a été établi que les différents terrains, considérés dans leurs grandes divisions, offraient sur toutes les parties explorées de la terre certains caractères propres qui permettaient de les reconnaître, et que, d'un autre côté, leur ordre de superposition a été trouvé partout le même, il y a lieu de croire que la vie de notre globe a été partagée en un certain nombre de périodes distinctes, caractérisées chacune par un ensemble de faits qui ne s'étaient pas produits dans les âges antérieurs et qui ne se sont pas renouvelés depuis. Nous admettrions donc volontiers que, dans les limites de l'une quelconque de ces périodes, des dépôts identiques ont pu s'effectuer à des époques différentes, mais qu'une fois cette période achevée, ces mêmes dépôts ne se sont plus formés. Dans l'hypothèse contraire, il serait bien difficile, en effet, d'expliquer par des actions successives, l'extinction complète et toujours dans le même ordre de races entières d'animaux sur tous les points du globe, et leur existence confinée dans certaines couches, alors que d'autres races profondément distinctes auraient déjà paru sur d'autres points, et en outre, en admettant que les mers aient pu se déplacer, il ne serait pas impossible de rencontrer sur certains

(1) Nous pensons qu'il serait utile de ne pas confondre les mots *synchronisme* et *homologie*. Dans un même bassin, en étudiant de proche en proche un même étage ou un même terrain, on peut le voir se modifier latéralement et présenter successivement, ainsi que l'a démontré M. Constant-Prévost (*De la chronologie des terrains et du synchronisme des formations*. — *Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, t. XX, séance du 14 avril 1843), les caractères d'une formation marine, fluvio-marine, lacustre, etc., et, dès-lors, on peut dire avec quelque certitude que ces formations sont synchroniques. — Mais il n'en est plus de même quand il s'agit de deux bassins séparés; dans ce cas, en effet, on n'a plus aucun moyen de décider si deux terrains sont rigoureusement synchroniques, mais on peut dire qu'ils sont *homologues* s'ils sont semblablement placés dans chacune des deux séries verticales.

Dans tout ce travail, du reste, nous nous efforcerons de conserver aux mots *terrain*, *formation*, *roche*, la signification que M. Constant-Prévost leur a attribuée dans ses sages efforts pour donner plus de précision au langage géologique (*loc. cit.*). Nous devons encore ajouter qu'un grand nombre des idées que nous exposons ne sont qu'un développement de celles émises depuis longtemps déjà par le savant professeur et académicien.

points, dans la série générale des dépôts, des couches recouvertes par d'autres qui leur seraient inférieures en des lieux différents. — Or, il n'a jamais été constaté d'une manière authentique de récurrence semblable des dépôts plus anciens, et tout porte à croire qu'un ensemble de faits qui s'est une fois accompli, ne s'est pas identiquement reproduit sur le même point postérieurement à l'existence d'un ordre de choses différent, cas dans lequel il faudrait renoncer au classement général des terrains, car leur ordre de succession en un lieu du globe n'entraînerait aucunement l'identité de cette succession en un autre lieu. (1) Dans tout ce qui suivra, nous admettons donc, quand nous aurons à parler des terrains éocènes par exemple, que ces terrains se sont formés pendant la durée d'une période dans laquelle les dépôts crétacés avaient cessé de se faire, tandis que les dépôts miocènes ne se formaient pas encore, et, afin de ne pas changer le langage reçu, en disant que deux membres de ces terrains sont synchroniques, nous

(1) Nous ne voulons parler ici que des grandes divisions ou terrains, car les intéressantes recherches de M. Barrande et son ingénieuse théorie des *Colonies* semblent contradictoires avec les idées que nous venons d'exposer. — Jusqu'à ce jour, il n'a été fait mention, à notre connaissance, que de trois exemples de récurrence de terrains plus anciens sur de plus modernes. Le premier, en Bohême, par M. Barrande lui-même (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^{me} série, t. VIII, p. 132. 1831); le deuxième, en France, dans le département de l'Yonne, par M. Raulin (*Bull.*, 2^{me} série, t. X, p. 485. 1853); le troisième enfin, dans la Haute-Garonne, par M. Leymerie (*Bull.*, 2^{me} série, t. X, p. 518. 1853).

L'exemple cité par M. Barrande se rapporte au terrain silurien; il consiste en une intercalation de schistes à Graptolites ne renfermant que des fossiles de la division silurienne supérieure, au milieu de roches appartenant à la division silurienne inférieure; c'est une récurrence du terrain silurien inférieur sur le supérieur, manifestée par une épaisseur de couches de 1,200 mètres, au-dessus de laquelle les assises siluriennes supérieures reparaissent avec leurs caractères normaux.

Le deuxième exemple, signalé par M. Raulin, appartient à la période jurassique. C'est une intercalation de couches coralliennes au milieu du groupe de l'Oxfordclay, par conséquent une récurrence de l'Oxfordclay sur le Coral-rag; de telle sorte que sur le même point il s'est formé, à deux reprises, des dépôts ayant tous les caractères minéralogiques et paléontologiques de l'Oxfordclay, et pendant l'intervalle, il s'est déposé des détritits renfermant les fossiles de l'époque corallienne considérée comme plus récente.

Le troisième exemple, cité par M. Leymerie, indiquerait une récurrence des terrains crétacés au milieu des terrains nummulitiques, mais il est loin d'être aussi clairement établi que ceux qui précèdent, et l'auteur ne semble l'avoir signalé qu'avec hésitation. Nous aurons occasion de revenir sur ce sujet.

Ajoutons que M. Constant-Prévost avait déjà indiqué depuis longtemps des enchevêtrements analogues, quoique sur une plus petite échelle, et avait entrevu la possibilité de récurrences telles que celles dont il vient d'être question.

— Nous voyons donc que les deux exemples les plus authentiques ne signalent de

voudrions dire seulement qu'ils sont homologues, sans préjuger en aucune façon leur contemporanéité absolue dans la succession des siècles. (1)

Si deux bassins différents et séparés étaient formés par un même nombre de couches identiques et disposées dans le même ordre, la classification établie pour l'un d'eux serait également applicable à l'autre, et il y aurait toute raison de considérer comme probable que, la succession des influences sous lesquelles ces couches ont été formées étant la même de part et d'autre, ces influences ont été contemporaines ou au moins à-peu-près. Il en serait de même, à plus forte raison, si les deux bassins communiquaient entre eux de telle sorte qu'on pût, par des observations directes, suivre les formations qui de l'un se prolongeraient dans l'autre. — Malheureusement, il n'y a pas d'exemple de réalisation de circonstances aussi favorables, au moins sur une grande échelle et entre deux bassins éloignés, et le problème se trouve compliqué de tout ce que peut entraîner de différences spéciales l'indépendance du régime auquel chacun d'eux était soumis : opposition dans la nature minéralogique des dépôts, contraste dans la nature et le mouvement des fluides dans lesquels les matériaux de ces dépôts étaient tenus en suspension, différences souvent très-grandes dans la faune et la flore, enfin absence complète, de part ou d'autre, d'un plus ou moins grand nombre de formations.

récurrence qu'entre deux étages successifs, et dans ces limites nous en admettons complètement la possibilité; nous l'admettrions même pour toutes les subdivisions secondaires d'une grande unité géologique ou terrain, et, au besoin, au contact de deux terrains consécutifs; mais, au-delà, nous croyons être d'accord avec l'observation en nous exprimant comme nous l'avons fait, car, jusqu'à ce jour, il n'a pas été fait mention d'une interférence entre les terrains jurassique et crétacé, crétacé et tertiaire, et à plus forte raison entre des terrains plus éloignés dans l'ordre des temps. — En résumé, l'on ne doit prendre ce que nous disons que d'une manière générale et ne l'appliquer qu'aux grandes divisions géologiques. Celles-ci, bien distinctes sur certains points du globe, peuvent l'être moins et se confondre au contact sur d'autres; mais, dans ceux-ci, l'extinction de l'ordre de choses existant n'en est pas moins réel quoiqu'il soit graduel. — Ce que nous avons voulu établir, c'est l'anéantissement de régimes qui ont régné à différentes époques sur notre globe et qui ne se sont pas reproduits postérieurement. C'est en définitive à ces anéantissements que correspondent les séparations constatées entre les terrains successifs.

(1) C'est ainsi que nous dirons que les gypses de Montmartre et les molasses du Fronsadais, les faluns de Touraine et ceux de Mérignac sont homologues. Mais nous n'entendons pas dire que ces dépôts se sont formés exactement dans le même laps de temps, ce qui serait aller au-delà de ce que l'observation directe peut démontrer.

En raison de ce défaut de liaison directe, les considérations sur lesquelles on se fonde pour se prononcer sur le synchronisme des terrains de deux bassins éloignés sont de trois ordres : 1^o celles qui se rattachent à la nature minéralogique des dépôts ; — 2^o celles qui résultent de l'étude comparée des allures et des relations mutuelles de ces dépôts ; — 3^o celles qui découlent immédiatement des recherches paléontologiques.

La nature minéralogique des dépôts ne peut fournir aucune donnée positive sur leur contemporanéité dans deux bassins différents, car l'observation a démontré d'abord que dans le sens de son étendue une même couche peut éprouver des changements profonds dans sa composition, et en outre, à cause de l'éloignement ou de la séparation des deux bassins, il a pu s'accomplir à la même époque des événements totalement distincts dans chacun d'eux.

L'ordre de superposition des dépôts fournit des caractères d'une bien plus grande valeur, mais seulement à la condition de posséder un certain nombre de points fixes que ce genre de considérations seul ne peut donner. En effet, si le nombre des formations successives n'est pas le même dans les deux bassins, et c'est ce qui arrive à-peu-près toujours, il faudra rechercher quelles sont celles qui se trouvent en moins ou en plus dans chacun d'eux, et l'on conçoit aisément que ce n'est pas en assimilant les couches les unes aux autres dans l'ordre de leur succession, qu'on parviendra à déterminer ces points fixes.

Les discordances de stratification n'indiquent qu'un mouvement du sol survenu entre le dépôt de deux terrains qui peuvent ne pas être successifs, mais séparés l'un de l'autre par un intervalle de temps assez considérable pour que, pendant sa durée, il ait pu s'effectuer des dépôts différents sur d'autres points. Elles nous apprennent donc seulement que deux terrains sont distincts, sans qu'on soit en droit d'en inférer immédiatement qu'ils sont consécutifs, et par conséquent elles ne suffisent pas pour établir leur âge relatif.

Il en est de même de la transgression de superposition qui indique un déplacement des eaux douces ou salées : elle nous enseigne bien qu'une formation qui en recouvre une autre transgressivement en est distincte, mais elle ne nous dit point que ces deux formations se sont succédé immédiatement dans le temps.

L'étude des directions suivant lesquelles certaines couches ont été redressées peut, dans quelques cas, fournir par induction des notions sur leur âge relatif, mais ce genre d'investigation n'a que des applications assez bornées, car un bassin tout entier peut être composé de couches sensiblement horizontales. De plus, en supposant qu'un certain nombre de couches eussent été redressées, il faudrait qu'il fût

démontré que toutes les directions parallèles sont dues à un même évènement, et on peut imaginer telle position du bassin dans laquelle deux systèmes de directions dus à des phénomènes d'âges différents pourraient être parallèles. — Enfin, les conséquences que l'on pourrait déduire de ces alignements se rattachent à une branche très-élevée de la science, qui a pour but la détermination de l'âge des systèmes de montagnes, et elles exigeraient, pour acquérir une valeur irrécusable, que l'âge de tous ces systèmes fût rigoureusement déterminé. Or, on n'arrive à cette détermination qu'en s'appuyant sur les connaissances déjà acquises sur l'âge relatif des terrains, de sorte que la date assignée à chaque système de montagnes prenant pour base ces connaissances, ne peut lui-même les fournir.

Puisque ni la pétrographie ni la géognosie pures ne peuvent à elles seules faire connaître le synchronisme des terrains de sédiment, c'est donc en définitive à la paléontologie qu'il faut demander les données qui permettront d'arriver à une solution au moins probable, si elle n'est rigoureusement vraie. — Nous savons bien que la valeur de ces données est en quelque sorte soumise à l'idée qu'on attache au mot espèce en zoologie et en botanique, que l'acception de ce mot n'est pas absolument le même pour tout le monde, et que si l'espèce n'est pas chose fixe, bien déterminée, et s'il y a désaccord entre les naturalistes sur la valeur des caractères spécifiques, les applications paléontologiques deviennent incertaines et peuvent même conduire à des résultats erronés. Cependant, s'il est des espèces douteuses, il y a aussi beaucoup de formes organiques qui sont tellement bien caractérisées, qu'il y a généralement peu de dissentiment sur leur compte; et même viendrait-on, par suite de considérations nouvelles, à doubler ces espèces en deux ou plusieurs autres, les résultats que la géologie en aurait tirés conserveraient dans beaucoup de cas toute leur valeur. Du reste, nous ne pensons pas que la considération d'un très-petit nombre d'espèces soit suffisante pour décider du synchronisme de deux formations: l'examen doit porter sur l'ensemble tout entier des faunes des formations que l'on compare, et doit toujours prendre pour base les relations stratigraphiques. (1)

Deux procédés sont employés dans la recherche du synchronisme des formations appartenant à des bassins éloignés: le premier consiste

(1) Il est bien entendu que la comparaison ne peut être établie qu'entre des formations semblables, car une formation d'eau douce et une formation marine ne peuvent renfermer aucune espèce commune, quoiqu'elles puissent être synchroniques. — Ainsi que l'a fait voir M. Constant-Prévoist, les données les plus certaines sont fournies en pareil cas par les formations marines. (*Comptes-rendus. Loc. cit.*)

à chercher le rapport qui existe entre le nombre des espèces perdues et celui des espèces encore existantes, et part de cette supposition que les dépôts sont d'autant plus récents qu'ils renferment un plus grand nombre d'espèces qui vivent encore de nos jours; le deuxième consiste à comparer les fossiles d'une couche avec ceux d'autres couches dont le niveau est bien déterminé.

Le premier de ces procédés, tout au plus applicable aux terrains tertiaires, nous paraît être le plus sujet à erreur: d'abord parce que le nombre des espèces reconnues encore existantes étant souvent très-petit, il dépend peut-être plus encore que l'autre de l'état de perfection de la méthode zoologique, ensuite parce qu'il établit une comparaison entre deux faunes évidemment séparées par un intervalle de temps extrêmement considérable. Le deuxième, d'un emploi bien plus général, nous paraît plus logique en ce qu'il établit un rapprochement entre des dépôts formés peut-être à la même époque, et dans tous les cas à des époques assez rapprochées; ensuite parce que la comparaison portant sur un nombre de formes organiques assez considérable, le résultat pourrait ne pas être aussi profondément entaché d'erreur, par suite de quelques déterminations fautives; enfin et surtout parce qu'il ne peut être mis en pratique sans le secours incessant des notions de superposition qui lui fournissent ses bases les plus solides, lui servent de contrôle, et ne sauraient être négligées sans qu'il en résultât un affaiblissement correspondant dans la valeur des conséquences qu'on en déduirait.

Lorsqu'on rencontre deux couches renfermant un grand nombre de fossiles identiques, on est conduit à penser que ces deux couches ont été déposées dans des conditions à-peu-près semblables et à des époques peu éloignées; on les considère comme synchroniques. (1) Comme ce résultat a toujours été trouvé d'accord avec ceux qui dérivent de la constatation directe des superpositions, on ne peut se refuser à le considérer comme très-probable, et il faut convenir que toutes les assimilations proposées entre deux formations éloignées ne reposent pas sur d'autres considérations, et que c'est avec leur secours qu'il a été possible d'amener la géologie au degré de généralité qu'elle possède aujourd'hui. Il est certain, cependant, que ce genre d'appréciations n'est pas déterminé par des règles fixes, et qu'on est loin d'être d'accord sur la question de savoir jusqu'à quel point deux faunes doivent se ressembler pour être considérées comme synchroniques, et jusqu'à

(1) Il ne s'ensuit pas que des dépôts formés sous des conditions différentes ne puissent être, malgré cela, synchroniques; c'est ainsi que des formations aqueuses et des formations ignées peuvent s'être effectuées simultanément.

quel point elles doivent différer pour être regardées comme appartenant à des époques différentes. Il n'est pas possible de nos jours, et il ne le sera peut-être jamais, d'assigner une marche invariable à un procédé unique d'investigation dans une science qui se propose la solution de problèmes aussi complexes que la géologie ; on ne peut que formuler certaines lois dont la valeur peut être variable suivant les circonstances, et dont l'application ne peut être déterminée que par la nature même du sujet. Aussi n'est-ce pas par l'examen d'un seul des éléments de la question que l'on peut arriver à découvrir la vérité sur le synchronisme des dépôts, mais par la comparaison et la discussion sévère de toutes les données qui sont fournies par l'observation, sans en excepter une seule.

La comparaison de deux séries de couches deviendra, on le conçoit, d'autant plus facile qu'elles posséderont en commun un plus grand nombre d'horizons bien déterminés, car le nombre des couches intermédiaires à deux quelconques de ces horizons, et entre lesquelles seules il est possible de tenter des identifications, se trouvera restreint dans des limites assez étroites. Les caractères de superposition pourront fournir dans ce cas des indications de plus en plus précises à mesure que ce nombre de couches diminuera, et que les horizons qui les terminent seront moins éloignés l'un de l'autre dans un des deux bassins servant de terme de comparaison ; de plus, ce procédé permettra d'assimiler quelquefois des assises assez différentes sous le rapport de leur composition et de leurs fossiles. Si, par exemple, on trouvait dans le bassin du sud-ouest de la France, une couche sans fossiles reposant sur une assise renfermant tous les fossiles du grès de Beauchamp, et recouverte par une formation contenant les espèces des marnes à Huîtres et des grès de Fontainebleau, on serait, nous croyons, en droit de considérer cette couche sans débris organiques comme représentant la formation gypseuse du bassin de la Seine, dont elle serait homologue ou synchronique.

Nous venons d'examiner le cas le plus favorable aux déterminations du synchronisme des dépôts par les méthodes paléontologiques. Mais il peut arriver, et il arrive fréquemment, que deux formations contemporaines renferment des débris fossiles totalement différents. S'il n'existe pas alors simultanément dans les deux séries de dépôts des horizons bien déterminés, les rapprochements que l'on pourra tenter, privés de l'appui de la paléontologie, rentreront dans le domaine de la stratigraphie, et il ne sera plus possible que de faire des suppositions plus ou moins vagues sur le parallélisme des couches dans les deux séries. — Mais il est à remarquer que dans les anciens âges de la terre, la répartition des êtres était plus uniforme que de nos jours,

et que ce n'est guère qu'à partir du commencement des terrains tertiaires que l'on voit cette uniformité diminuer, les espèces se cantonner, leurs aires de dispersion se rétrécir, par suite sans doute de l'influence toujours croissante du climat et des circonstances locales modifiées par l'extension qu'ont prise les continents. Ensuite, lorsque la faune d'une même formation vient à se transformer dans le sens de son étendue horizontale, ces transformations sont généralement graduelles, et on voit souvent persister avec une grande constance, sur de vastes surfaces, certaines formes organiques qui servent à la faire reconnaître. On voit, d'après ce qui précède, de quelle importance sont les fossiles pour l'étude des terrains, mais on doit reconnaître la justesse de l'observation de Beudant : « que ces considérations, peu importantes lorsque l'on compare des dépôts qui se sont formés dans des contrées très-éloignées les unes des autres, sont de beaucoup d'importance si l'on compare des dépôts très rapprochés. (1) »

Il nous paraît donc, pour résumer ce qui précède, que lorsqu'il s'agit d'établir le synchronisme des couches de deux bassins éloignés, il est indispensable de tenir compte de tous les faits connus de pétrographie, stratigraphie et paléontologie, et que ce n'est qu'à la condition de les employer tous et simultanément, afin qu'ils puissent se corroborer les uns les autres, que l'on peut arriver à une détermination exacte et positive de ce synchronisme.

— Nous pensons que les considérations qui précèdent ne seront pas inutiles dans l'examen auquel nous allons nous livrer de la question de l'âge, de la divisibilité des terrains nummulitiques et de leurs circonstances particulières de gisement.

Notre intention n'est point d'examiner ici en détail chaque gisement nummulitique considéré soit isolément, soit dans ses relations avec les autres terrains; ce sujet a été traité avec une supériorité incontestable par M. d'Archiac. (2) Nous voulons seulement jeter un coup-d'œil général sur ces gisements, et rechercher si nous ne trouverions pas dans leur composition des particularités qui pourraient nous indiquer s'il ne serait pas possible d'y reconnaître des subdivisions analogues à celles que nous avons établies dans le sud-ouest de la France, examiner si leurs relations avec les terrains sous-jacents ou superposés n'indiquent pas une démarcation telle qu'on puisse les considérer comme constituant un tout indépendant et défini, enfin, discuter la question de savoir s'ils ont leurs analogues dans les bassins tertiaires du nord de l'Europe, et de quels dépôts de ces bassins on peut les

(1) *Voyage en Hongrie*, t. III. p. 278.

(2) *Histoire des progrès de la géologie*, t. III. 1850.

considérer comme synchroniques. Nous n'aurions point entrepris de soumettre les terrains nummulitiques à un nouvel examen, si, en les étudiant à notre point de vue particulier, nous n'avions pas été conduits à des résultats qui ne nous ont pas paru dépourvus d'intérêt, si nous n'avions pas entrevu la possibilité de reconnaître des coupures analogues à celles qui existent dans les terrains tertiaires du sud-ouest et du nord de la France, enfin, si nous n'avions pas espéré apporter quelques faits de plus à l'appui de l'opinion que nous avons adoptée sur leur âge et sur leur synchronisme avec les autres terrains.

Nous examinerons successivement les gîtes du versant nord des Pyrénées, de Provence, de Savoie, du versant nord des Alpes jusqu'en Autriche, puis nous reviendrons par le versant méridional des Alpes jusqu'en Piémont, et, de là, dans les Alpes maritimes et les Alpes françaises. Nous aurons étudié ainsi les terrains nummulitiques les mieux connus de l'Europe.

HAUTES-PYRÉNÉES.

A l'orient du méridien de Bos-d'Arros, les terrains nummulitiques disparaissent complètement sous les terrains plus modernes pour ne plus se montrer que dans le département de la Haute-Garonne. Ils existent cependant extrêmement développés dans l'intérieur de la chaîne des Pyrénées, dont ils constituent une des cimes culminantes, le Mont-Perdu, où ils furent signalés pour la première fois par Ramond. Dans cette partie centrale des Pyrénées, M. Dufrenoy avait déjà reconnu, dès 1832, ⁽¹⁾ deux systèmes de couches superposés, l'un constituant le cirque de Gavarnie et comprenant des calcaires et des grès gris ou rougeâtres; le deuxième, formant les hautes sommités, composé de calcaires compactes et schistoïdes, et de grès avec Nummulites et autres fossiles. Les recherches auxquelles s'est livré M. Leymerie ⁽²⁾ ont fourni des indications du plus haut intérêt pour l'étude géologique de ces montagnes; ce savant a vu que le massif entier du Mont-Perdu, le Cylindre et les Tours-du-Marboré sont composés de calcaires et de grès renfermant des Nummulites de petite taille (*N. Ramondi*). Ces roches reposent sur un système de calcaires noirs ou grisâtres avec ou sans silex, de grès et de schistes à Fucoides qui constituent le cirque de Gavarnie, et qui renferment des fossiles crétacés des plus caractéristiques (*Ananchytes ovata*, *Ostrea larva*, *O. vesicularis*). En-

(1) *Annales des mines*, 3^{me} série, t. I. p. 12. 1832.

(2) *Bull. de la Soc. géol.*, 2^{me} série, t. VII, p. 90. 1850; — et *Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, t. XXIX, p. 308. 4849.

tre ces deux systèmes se trouvent intercalés des calcaires blancs avec Nummulites (*N. Biaritzana*). Malgré les difficultés d'observation qui accompagnent toujours les recherches faites dans les hautes montagnes, il est donc bien démontré que les roches nummulitiques existent à une hauteur de plus de 2,000 mètres dans l'intérieur de la chaîne des Pyrénées, et qu'elles ont, en conséquence, participé au mouvement qui lui a donné son relief. Ces roches, enfin, reposent sur des assises qui se rapportent évidemment par leurs fossiles à l'étage supérieur de la craie. — M. Leymerie croit avoir observé une alternance entre les calcaires blancs à Nummulites et Alvéolines et les assises crétacées; mais ce fait, qui serait d'une grande importance en ce qu'il indiquerait une succession non interrompue entre le dépôt des terrains crétacés et celui des terrains nummulitiques, serait en quelque sorte exceptionnel, et il faudrait s'assurer, avant d'en tirer des conséquences, qu'il n'est pas dû à des plissements de couches qui doivent être fréquents dans ces hautes régions.

Les fossiles du massif nummulitique du Mont-Perdu sont peu connus, et l'absence de déterminations spécifiques ne permet pas de proposer une identification avec les terrains du bassin de l'Adour dont ils sont séparés, ainsi que de ceux de la Haute-Garonne, par d'énormes masses de terrains plus anciens, de sorte qu'ils se rattachent peut-être plutôt aux terrains de la péninsule espagnole qu'à ceux des plaines du sud-ouest de la France. — M. Leymerie (*loco cit.*) les assimile aux dépôts de la Haute-Garonne dont nous allons nous occuper, et signale deux espèces de Nummulites dont l'une se retrouve abondamment dans ces derniers terrains et l'autre dans la Montagne-Noire.

HAUTE-GARONNE.

J'ai dit plus haut que les roches nummulitiques disparaissent complètement à l'est de Bos-d'Arros. Elles manquent, en effet, à partir de cette localité, dans toutes les plaines sous-pyrénéennes, c'est-à-dire dans la partie du département des Basses-Pyrénées située à l'est de Pau et dans toute la largeur de celui des Hautes-Pyrénées. Ce n'est que dans la Haute-Garonne, à partir d'Aurignac, qu'elles reparaissent, pour atteindre un grand développement au sud de Martres et plus à l'est dans le département de l'Ariège. Dans une notice toute récente, ⁽¹⁾ M. Leymerie a fait connaître la constitution géologique du massif d'Ausseing et du Saboth, situé au sud de Martres. D'après ce savant, les terrains que nous étudions y présentent cinq as-

(1) *Bull. de la Soc. géolog.*, 2^e série, t. X, p. 518. 1853.

sises : 1° la plus inférieure consiste en des argiles grises ou bigarrées et sables à lignites avec ossements de reptiles et peut-être de mammifères ; 2° calcaires gris-clair lithographiques avec *Miliolites* et *Alvéolines* ; cette assise et la précédente n'ont qu'une faible épaisseur ; 3° assise marno-calcaire blanchâtre ou grisâtre, très-épaisse et très-fossilifère (*Alveolina subpyrenaica*, *Hemiaster obesus*, *Natica brevispira*, *N. longispira*, etc.) ; 4° calcaires roux et calcaires concrétionnés avec *Nummulina Leymeriei*, *N. globulus*, *Operculina ammonæa*, *Terebratula montolearensis*, *T. tenuistriata*, *Vulsella falcata*, *Turritella imbricataria*, *Fusus longævus* ; 5° poudingue calcaire et grès avec quelques *Pecten* et dents de squales.

M. Leymerie a trouvé, vers la partie inférieure du troisième dépôt, une mince assise marneuse qui renferme des fossiles spéciaux assez mal conservés, dont la physionomie est crétacée, et qui sont étrangers aussi bien au terrain qui nous occupe qu'aux vrais terrains crétacés sous-jacents. Ces fossiles, qui formeraient en ce point une *colonie*, d'après M. Leymerie, n'ont pas été déterminés spécifiquement, à l'exception de l'*Astrea Caillaudi* et du *Natica brevispira*. Ces deux espèces, tout-à-fait propres au terrain nummulitique, indiquent nettement l'horizon de cette faune, de sorte qu'il serait peut-être imprudent de tirer des conséquences de sa physionomie plus ou moins crétacée, physionomie qui, dans tous les cas, serait un argument d'une bien faible valeur aux yeux des paléontologistes.

Les terrains qui précèdent reposent sans aucune discordance de stratification sur le terrain crétacé comprenant deux assises : l'inférieure argileuse avec lits calcaires, à *Orbitolites socialis* et *O. secans*, *Terebratula alata*, *Ostrea vesicularis* ; la supérieure calcaire, jaunâtre, avec *Terebratula alata*, *Ostrea larva*, *Pecten striato-costatus*, *Orbitolites socialis* et *secans*. Toutes ces couches sont très-fortement redressées et même renversées dans tout le massif septentrional des montagnes d'Ausseing.

Les trois premières assises supérieures à la craie ne renferment point de Nummulites, et aucun des fossiles cités par M. Leymerie ne se retrouve dans le Béarn ; le fait de la présence d'ossements de mammifères dans les argiles à lignites inférieures serait d'une grande importance en ce qu'il répondrait à l'objection contre l'âge tertiaire des terrains nummulitiques, tirée de l'absence des mammifères dans ces terrains. La quatrième assise nous offre quelques termes de comparaison, mais ils ne nous permettent pas d'arriver à des conclusions bien précises. Le *Turritella imbricataria* se trouve à Biaritz dans l'étage supérieur, tandis que l'*Operculina*, quoique plus répandu dans les couches supérieures, est plus ubiquiste, et que les *Vulsella falcata* et

Terebratula tenuistriata caractérisent les deux étages inférieurs. Mais les analogies sont plus sensibles avec le lambeau de Bos-d'Arros, qui renferme quatre espèces communes (*Nummulina Ramondi*, *Operculina ammonica*, *Terebratula tenuistriata*, *Fusus longævus*). Au reste, comme les terrains de la Haute-Garonne offrent beaucoup plus de ressemblance avec ceux de l'Aude qu'avec ceux de l'Adour, nous aurons occasion de revenir sur ce point en traitant de la partie orientale du versant Pyrénéen.

Les couches nummulitiques d'Ausseing reposent à stratification concordante sur le terrain crétacé; celui-ci joue un rôle important dans la partie méridionale de la Haute-Garonne, et forme une bande parallèle aux Pyrénées, qui a été reconnue par M. Leymerie à Latoue, Saint-Marcet et enfin à Gensac et Monléon. Dans ces dernières localités, les roches crétacées sont marneuses, grises, et sont surmontées par des calcaires jaunâtres peu consistants et renfermant une grande quantité de fossiles. Sur 42 espèces citées par M. Leymerie, 25 sont décrites et figurées comme nouvelles, et 17 appartiennent aux terrains crétacés supérieurs du nord de l'Europe, c'est-à-dire à la craie blanche et à la craie de Maëstricht. D'après les remarques de M. Leymerie et celles plus précises encore de M. Hébert, (1) les analogies sont surtout très-grandes avec la craie de Maëstricht, dont on retrouve à Monléon les espèces les plus caractéristiques (*Hemipneustes radiatus*, *Thecidea radiata*, *Natica rugosa*), de sorte qu'il n'est guère possible de douter que les couches les plus récentes de la craie ne soient représentées dans le bassin du sud-ouest de la France.

Il n'y a aucune discordance de stratification entre les dépôts nummulitiques et les terrains crétacés, mais il y a tout au moins discontinuité, et il ne serait pas impossible qu'il y eût transgression de superposition, puisque les premiers n'ont pas encore été signalés entre Aurignac et Monléon, où les derniers sont très-développés, à moins toutefois que cette absence ne soit due à une érosion postérieure du sol. Nous verrons d'ailleurs ce fait de l'indépendance des terrains à Nummulites confirmé par l'identification même que propose M. Leymerie entre les gîtes d'Ausseing et de la Montagne-Noire.

M. Leymerie pense que les couches crétacées de Monléon correspondent aux couches à *Fucoïdes* et à *Ananchytes* de Bidart, à cause de la présence dans cette dernière localité de l'*Ananchytes ovata* et de l'*Ostrea plicatuloïdes*. Or, nous avons séparé les calcaires siliceux à *Fucoïdes* des couches marneuses à *Ananchytes*, rapportant les premières au groupe crétacé moyen, et les dernières aux couches de

(1) *Bull. de la Soc. géolog.*, 2^e série, t. VI. p. 371. 1849.

Tercis, c'est-à-dire au terrain crétacé supérieur, et ce n'est qu'avec celles-ci que la comparaison est possible. Mais, d'après les indications qui ont été données, on a pu voir que les espèces si caractéristiques de Monléon, celles qui sont communes à ce gîte et à la craie de Maëstricht, manquent tout-à-fait à Tercis, à l'exception des Ananchytes, et encore faudrait-il être bien sûr que ceux de Monléon se rapportent aux espèces de Tercis plutôt qu'à celles de Cibly, de sorte que la faune de Monléon paraît plus récente que celle de Tercis. De plus, cette dernière est tout-à-fait identique avec celle de la craie grise de Talmont ou deuxième étage de la Saintonge et du Périgord, et l'on sait que ce deuxième étage est surmonté par la craie jaune de Royan ou premier étage. Je mettrais donc plus volontiers la craie de Monléon en parallèle avec ce dernier, et ce rapprochement se trouverait appuyé par la présence de part et d'autre de l'*Ostrea larva* et de l'*Ammonites Lewesiensis* (qui est peut-être, selon M. Hébert, l'espèce de Valognes). Nous aurions dès-lors, dans la partie méridionale de l'Aquitaine, des représentants des deux étages du versant Nord du même bassin, la craie de Tercis représentant celle de Talmont, la craie de Monléon représentant celle de Royan. Jusqu'à présent rien ne prouve que l'étage de Maëstricht ou de Monléon existe dans le bassin de l'Adour ; mais il ne serait pas impossible toutefois qu'il s'y trouvât dans le massif crétacé d'Audignon.

Quelles sont maintenant les relations des terrains nummulitiques de la Haute-Garonne avec les terrains supérieurs ? M. Leymerie a fait voir que les poudingues qui forment l'assise supérieure des terrains nummulitiques sont redressés jusqu'à la verticale et sont recouverts immédiatement par les couches tertiaires miocènes horizontales. La discordance de stratification est donc ici d'une grande évidence, et tout dénote une séparation parfaitement tranchée entre les terrains à Nummulites et les terrains tertiaires moyens. Il resterait cependant à résoudre une question importante, celle du niveau géologique réel qu'occupent ces couches regardées comme miocènes, car on sait que les terrains miocènes du sud-ouest de la France ont été subdivisés par M. Raulin et par moi en deux groupes très-distincts. Or, dans la partie de l'Aquitaine dont nous nous occupons, toutes les couches supérieures sont à l'état de molasses sans dépôts calcaires intercalés, et s'il y avait là deux étages distincts, leur séparation deviendrait à-peu-près impossible à cause de leur identité de caractères minéralogiques. M. Raulin, cependant, paraît considérer ces molasses comme appartenant au terrain miocène supérieur. (1)

(1) *Nouvel essai d'une classification des terrains tertiaires de l'Aquitaine*, page 143. (*Extrait des Actes de l'Académie de Bordeaux*. 1848.)

Les faits que nous venons d'exposer peuvent être résumés en peu de mots : 1^o superposition concordante des terrains nummulitiques aux terrains crétacés les plus récents, mais distinction très-nette dans les faunes et discontinuité, peut-être même transgression de superposition ; 2^o discordance avec les terrains tertiaires moyens et lacune considérable entre eux, puisque la molasse du Fronsadais, les calcaires d'eau douce du Périgord et le calcaire à Astéries n'y sont point représentés. — Nous verrons ces notions acquérir plus de netteté par les comparaisons qu'il est possible de faire avec la Montagne-Noire et les Corbières.

MONTAGNE-NOIRE.

D'après les indications assez incomplètes fournies par divers auteurs, il est à présumer que les terrains nummulitiques des environs de Martres se prolongent avec assez de continuité vers l'Est, à travers le département de l'Ariège, pour aller se rattacher aux gîtes si importants des Corbières et de la Montagne-Noire. M. Leymerie les signale à Fabas, ⁽¹⁾ puis on les retrouve indiqués par M. Dufrenoy ⁽²⁾ à Lavelanet, et enfin à Bellesta. Vers la lisière orientale de cette partie de l'Ariège et dans le département de l'Aude, ces terrains prennent un grand développement et ont été étudiés avec beaucoup de soin par plusieurs géologues. Ils forment deux massifs principaux, l'un sur le versant méridional de la Montagne-Noire, l'autre jouant un rôle très-important dans la constitution des Corbières.

Dans la Montagne-Noire, la composition des terrains nummulitiques est assez simple. Ils se subdivisent naturellement en deux étages très-distincts dont les relations réciproques, longtemps méconnues, ont été mises en lumière par Tallavignes, par M. Raulin, et tout récemment par M. Leymerie ⁽³⁾ : 1^o l'inférieur, d'eau douce, comprend des calcaires blancs compactes ou terreux avec *Physes*, *Limnées*, *Maillots*, intercalés dans des argiles probablement aussi d'eau douce (Raulin) ; 2^o le supérieur, marin, se compose de calcaires compactes ou terreux jaune-grisâtre, avec nombreux fossiles (*Ostrea multicostrata*, *Alveolina subpyrenaica*, *Neritina conoidea*, etc.), terminés supérieurement par un calcaire blanc à *Alvéolines*. ⁽⁴⁾

Ces couches plongent faiblement vers le Sud et reposent directement sur le gneiss et le terrain de transition, sans aucune interposi-

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e série, t. X, pag. 525. 1833.

(2) *Ann. des mines*, 2^e série, t. VIII, pag. 343. 1830.

(3) *Bull.*, 2^e série, t. X, pag. 313. 1833.

(4) LEYMERIE. *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2^e série, t. I, p. 353. 1846.

tion de terrain créacé, de sorte qu'ici leur indépendance est nettement manifestée.

L'indépendance des terrains nummulitiques et des terrains tertiaires qui les recouvrent n'a jamais été l'objet d'un doute pour personne, quoique leurs couches soient en parfaite concordance de stratification et qu'elles présentent au premier abord une certaine analogie dans leurs caractères minéralogiques (Raulin). Dans la partie de la bande nummulitique située à l'ouest de Félines, ces couches sont horizontales, mais à l'est de cette ville jusqu'à Saint-Chinian elles sont relevées sous des angles qui atteignent 25°. (1) Il est vrai qu'au-delà de Saint-Chinian on voit les terrains tertiaires reposer sur le terrain de transition et se distinguer par conséquent des terrains nummulitiques par une transgression de superposition qui dénote leur individualité propre.

Ces terrains tertiaires, si importants par les fossiles qu'ils renferment sur quelques points et par leurs relations avec les terrains nummulitiques, ont été rangés implicitement à-peu-près par tous les auteurs dans le terrain miocène. Cette classification ne saurait être aujourd'hui suffisante, car si elle devait être conservée, il n'en faudrait pas moins préciser auquel des deux étages miocènes ils doivent être rattachés. Mais nous allons voir que, loin d'offrir un ensemble homogène, ils se subdivisent au contraire en deux étages, l'un d'eau douce, l'autre marin, extrêmement distincts l'un de l'autre, aussi bien sous le rapport de leur mode de formation que sous celui de leurs relations stratigraphiques.

De ces deux étages, un seul, l'inférieur ou étage d'eau douce, a participé aux mouvements qui ont relevé les couches à Nummulites sous lesquelles il est en parfaite concordance de stratification, tout en s'en séparant par une transgression de superposition manifeste, tandis que le supérieur, marin, ou molasse coquillière, est en couches horizontales qui ont comblé les dépressions existantes après le redressement du premier. (2) Nous avons donc ici deux systèmes parfaitement distincts séparés par une discordance de stratification.

La formation d'eau douce occupe toute la vallée du Canal du Midi qui sépare la Montagne-Noire des Corbières; à l'est de Bize s'étend un plateau formé par les molasses coquillières horizontales qui recouvrent cette formation lacustre, et qui occupent ainsi la dépression que forme cette dernière par suite de son relèvement sur les pentes des montagnes situées au nord et au sud de la vallée.

(1) TALLAVIGNES. *Bull.*, 2^e série, t. IV, p. 1130. 1847.

(2) RAULIN. *Bull.*, 2^e série, t. VI, p. 536. 1849.

Dans tout cet espace, la formation d'eau douce consiste en alternances de calcaire marneux, d'argile, de molasse et de lignite avec *Limnæes* et *Planorbis*; les calcaires sont surtout développés dans les parties supérieures. (1) M. Dufrenoy rattache à la même formation les gypses de Sijean, qui dépendent d'une série de marnes schisteuses et de calcaires à coquilles et poissons d'eau douce, inclinés au N. 20° O. et reposant sur les roches crétacées de la Clape et des Corbières.

Vers l'ouest, aux environs de Castelnaudary, les caractères de la formation d'eau douce sont un peu différents. Sur le versant sud de la Montagne-Noire, à Issel, des argiles sableuses, des marnes et des molasses renfermant de nombreux ossements de *Lophiodon*, etc., reposent sur les gneiss et les schistes de transition. (2) Des marnes sableuses sans ossements forment le coteau de Castelnaudary et sont recouvertes, à Villeneuve-le-Comtat, par des marnes grises feuilletées surmontées de calcaires d'eau douce bien connus par les nombreux et beaux fossiles qu'ils renferment. (3) Le tout est en couches sensiblement horizontales.

Les rapports qui existent entre ces deux étages et les terrains de marnes et de lignites qui se développent plus à l'E. n'ont pas été déterminés avec toute la précision désirable. On les a généralement considérés comme appartenant au même horizon, sans rechercher si la subdivision en deux assises, molasses d'Issel et calcaire lacustre de Villeneuve, se maintenait avec une certaine constance. M. Leymerie, (4) qui a donné tout récemment des détails sur les gisements d'Issel et de Villeneuve, n'a pas essayé de les relier l'un à l'autre et a laissé la question indécise. M. Raulin admet que les calcaires d'eau douce sont supérieurs à la molasse, et cette manière de voir paraît confirmée par les faits contenus dans la note de M. Leymerie. — En l'absence de toute donnée positive, il me semblerait, d'après les descriptions que j'ai pu consulter, que les calcaires d'eau douce se rattacheraient assez naturellement aux marnes ligniteuses à *Planorbis* et à *Limnæes* de la Causette et de Saint-Chinian, localités dans lesquelles les molasses seraient peut-être également représentées dans les assises inférieures.

Le classement de ces formations d'eau douce a donné lieu à des opinions très-différentes. M. Marcel de Serres, en 1844, (5) les supposait

(1) DUFRENOY. *Mémoires pour servir à une description géologique de la France*, t. III, p. 86. 1836.

(2) LEYMERIE, *Bull.*, 2^{me} série, t. X, p. 511. 1853.

(3) MARCEL DE SERRES. *Ann. des sc. nat.*, 3^{me} série, t. II, p. 168. 1844.

(4) *Loco cit.*

(5) *Loco cit.*, p. 169.

éocènes et plus anciennes même que les gypses de Montmartre; M. Paul Gervais, à cause de la présence des *Lophiodon*, rapporte les molasses d'Issel à l'horizon du calcaire grossier; M. Leymerie, suivant l'avis de M. Dufrenoy, les considère simplement comme miocènes sans aller au-delà; M. Raulin⁽¹⁾ leur assigne une date assez moderne, puisqu'il met les molasses à *Lophiodon* en parallèle avec les faluns miocènes supérieurs de Mérignac et de Touraine, et les calcaires lacustres de Castelnaudary sur l'horizon des calcaires d'eau douce de l'Armagnac et de l'Albigeois. Mais, un an plus tard,⁽²⁾ le même savant ayant constaté la discordance de stratification qui existe entre les marnes à lignite et la molasse coquillière, rapporta les premières au terrain miocène inférieur et la deuxième au terrain miocène supérieur, sans se prononcer, du reste, sur la question de savoir si les dépôts de Castelnaudary appartiennent ou non à l'étage inférieur. — Enfin, M. Matheron⁽³⁾ assimile les calcaires d'eau douce de Castelnaudary aux gypses de Montmartre et d'Aix, c'est-à-dire à la partie supérieure du terrain éocène.

Cette divergence d'opinions trouve son explication dans les difficultés qui accompagnent les recherches géologiques dans ces contrées. Les paléontologistes ont tranché la question à priori, d'après la considération de la faune d'Issel, mais les géologues qui s'attachent surtout aux observations stratigraphiques n'ont pu arriver à des résultats positifs. Il faut se rappeler, en effet, que d'après M. Raulin, dans la partie orientale de l'Aquitaine, tous les étages tertiaires sont représentés par des molasses et des calcaires d'eau douce, et que lorsque ceux-ci viennent à manquer, comme cela a lieu précisément entre Toulouse et Castelnaudary, il devient à-peu-près impossible de distinguer ces étages, de telle sorte qu'une série de couches en apparence homogène, pourrait bien en réalité se rapporter à deux ou trois terrains d'âges très-différents. Aussi ne donnerons-nous qu'avec une certaine réserve les opinions auxquelles nous avons cru pouvoir nous arrêter.

La formation lacustre de la vallée du Canal du Midi repose, avons nous dit, sur le terrain nummulitique, et est recouverte à stratification discordante par la molasse coquillière. Or, celle-ci n'est certainement pas plus ancienne que le falun miocène supérieur (Mérignac), si même elle ne se rattache pas plutôt aux couches supérieures de Montpellier considérées comme pliocènes.⁽⁴⁾ On voit que la détermination

(1) *Act. de l'Acad. de Bordeaux*, 1818. — p. 144, 145 du tirage à part.

(2) *Bull.*, 2^{me} série, t. VI, p. 336. 1849.

(3) *Bull.*, 2^{me} série, t. IX, p. 188. 1852.

(4) PAUL DE ROUVILLE. *Description géologique des environs de Montpellier*; — Thèse pour le doctorat ès-sciences, in-4^o. 1853. Montpellier.

de l'âge de cette couche laisse encore une grande latitude pour la fixation de celui des couches inférieures.

Les mammifères des molasses d'Issel (*Lophiodon Isselense*, *L. tapirotherium*, *L. occitanicum*, *Palæotherium Isselanum*) ont paru suffisants à M. Gervais pour assigner leur date; se fondant sur la présence d'ossements de Lophiodons dans le calcaire grossier de Paris, il considère le gisement d'Issel comme du même âge que ce dernier. Cette manière de voir, qui serait sujette à discussion si l'on admettait que les Lophiodons d'Issel sont différents spécifiquement de ceux de Paris tout en appartenant au même genre, trouverait de fortes preuves dans l'opinion émise par de Blainville, qui rattache à une même espèce, sous le nom de *L. commune*, les ossements d'Issel et ceux de Nanterre. (1) Il va sans dire que la présence de la même espèce à Argenton (Indre), non plus que celle du *Palæotherium Isselanum* à Buschweiler (Bas-Rhin), ne serait ici d'aucun secours, l'âge de ces dépôts n'étant pas fixé d'une manière incontestable. Les autres espèces étant spéciales au gisement d'Issel ne peuvent fournir aucun renseignement.

Les calcaires d'eau douce de Villeneuve-le-Comtat donnent des indications un peu plus positives. M. Matheron (2) a observé en effet, dans ces calcaires, deux coquilles (*Cyclostoma Coquandi* et *C. aquensis* Math.) qui se retrouvent dans les gypses d'Aix dont l'âge paléothérien paraît bien constaté; M. Leymerie y signale aussi des mâchoires de *Palæotherium*. (3) D'un autre côté, ces calcaires d'eau douce paraissent dépendre de la formation de marnes et de lignites qui s'étend entre la Montagne-Noire et les Corbières, et qui se prolonge sans discontinuité vers le département de l'Hérault, où elle occupe de vastes étendues aux environs de Montpellier, en conservant ses dispositions stratigraphiques, c'est-à-dire sa discordance avec les couches supérieures. Or, la formation lacustre inférieure de l'Hérault renferme des débris de *Palæotherium medium*, etc., et est considérée, par MM. Paul Gervais et de Rouville, comme représentant exactement dans le Languedoc l'étage des gypses parisiens. On voit, d'après cela, que le géologue qui partirait de Montpellier pour déterminer l'âge des calcaires lacustres de Castelnaudary, pourrait bien arriver à des conclusions différentes de celui qui se rendrait de Bordeaux, par exemple, au même point.

Les calcaires d'eau douce inférieurs de Montpellier et de Castel-

1) DE BLAINVILLE, *Ostéographie*, p. 99. Livraison de décembre 1846.

2) *Bull. de la Soc. géolog.*, 2^e série, t. IX, p. 189. 1852.

3) *Bull. de la Soc. géolog.*, 2^e série, t. X, p. 513. 1853.

naudary auraient donc, dans la partie nord-ouest de l'Aquitaine, leurs représentants dans les calcaires blancs du Castillonnais. Dès-lors nous ne voyons pas, en l'absence de toute preuve zoologique contraire, pourquoi les molasses d'Issel, qui se rattachent intimement au reste des terrains tertiaires de la contrée, (1) n'y seraient pas représentées par la molasse du Fronsadais, qui est inférieure aux calcaires blancs, et qui renferme également des Paléotherium. Le groupe des calcaires de la Bric et du gypse du bassin de Paris serait alors représenté, dans le sud-ouest de la France, par deux assises de formation d'eau douce, l'une inférieure, de molasse, l'autre supérieure, de calcaire.

Notre but, en nous livrant à la longue discussion qui précède, a été de faire ressortir la lacune regrettable qui existe dans la connaissance des terrains tertiaires du midi de la France, de chercher à combler cette lacune et de nous conduire à des résultats qui sont d'une grande importance dans la question nummulitique, et qui nous seront d'un certain secours dans la suite de ce travail.

Si, comme nous l'admettons, la formation lacustre inférieure du Languedoc représente les molasses du Fronsadais et le gypse parisien, les faits que nous pourrons en déduire relativement aux terrains nummulitiques ne seront pas sans intérêt, puisque ceux-ci seront recouverts en stratification concordante, mais transgressive, par le groupe éocène supérieur, ce qui dénoterait une indépendance réelle, comparable à celle qui existe dans le nord-ouest du bassin, entre le calcaire grossier éocène et la molasse du Fronsadais.

Après avoir essayé d'établir l'indépendance des terrains nummulitiques, qui représenteraient, d'après ce que nous avons vu, tous les dépôts compris entre les derniers sédiments crétacés et le groupe du gypse éocène, il est important de comparer leurs caractères avec ceux des gîtes que nous avons étudiés précédemment.

Dans la Montagne-Noire, les terrains nummulitiques comprennent deux formations distinctes, l'une inférieure, d'eau douce, l'autre supérieure, marine. L'unité de la première est incontestable, et d'après M. Leymerie et Tallavignes il ne paraît pas qu'il soit possible d'établir de subdivisions dans la seconde.

Le massif d'Ausseing (Haute-Garonne) offre une composition plus compliquée, puisque M. Leymerie a pu y distinguer jusqu'à cinq assises. La première ou la plus inférieure ne renferme point de fossiles, mais la deuxième se rattache évidemment aux suivantes par ses Alvéolines, et la troisième, quoique ne contenant point de Nummulites, a offert à M. Leymerie huit espèces dont trois sont nouvelles

(1) LEYM. *loco cit.* p. 312.

et cinq se retrouvent dans la Montagne-Noire, de sorte qu'ici les affinités sont frappantes. La quatrième assise contient dix espèces déterminées dont une est nouvelle; deux seulement se retrouvent à la fois dans la Montagne-Noire et les Corbières, mais l'une d'elles est très-caractéristique (*Terebratula montolearensis*), tandis que sur les sept qui restent, six se rencontrent dans les Corbières qui renferment peut-être des assises supérieures à celles de la Montagne-Noire. Il nous semble donc que les couches nummulitiques d'Ausseing représentent celles également marines de la Montagne-Noire, au moins jusqu'à la troisième inclusivement, la quatrième étant peut-être un peu plus récente. M. Leymerie, cependant, n'admet pas que la formation marine soit complète dans la Montagne-Noire, et pense qu'elle n'y présente que ses assises les plus modernes; le calcaire lacustre de Montolieu ne serait alors qu'un accident.⁽¹⁾ Dans une note placée au bas de la même page, M. Leymerie émet l'opinion que l'ensemble nummulitique de la Montagne-Noire, y compris le calcaire lacustre, correspond aux assises nos 3 et 4 d'Ausseing, de sorte que les assises nos 1 et 2, plus anciennes, n'existeraient pas dans la première de ces localités. Nous ne savons sur quelle observation l'auteur fonde cette présomption, mais nous ne pouvons nous empêcher de remarquer que s'il est possible d'établir des analogies, ce n'est pas entre les calcaires d'eau douce de Montolieu et les couches marines de la Haute-Garonne, mais bien entre celles-ci et les couches marines de l'Aude. Si nous voulions trouver des rapports, il nous semblerait qu'il serait peut-être plus rationnel d'identifier l'assise inférieure d'argile à lignite avec les calcaires à Physes, la première indiquant par sa composition et les ossements de reptiles et surtout de mammifères qu'elle renferme, une formation moins absolument marine que les bancs supérieurs.

Les roches nummulitiques du Mont-Perdu renferment abondamment les *Nummulina Ramondi* et *Alveolina subpyrenaica* de la Montagne-Noire; ces deux fossiles, et surtout le *Neritina conoidea* qui y est également indiqué, plaident puissamment en faveur de l'assimilation de ces terrains à ceux de l'Aude, et surtout à ceux de la Haute-Garonne avec lesquels ils ont peut-être encore plus de ressemblances.

Quant au parallélisme des terrains nummulitiques de la Montagne-Noire et du bassin de l'Adour, nous nous en occuperons en traitant des Corbières.

— Les conséquences principales qui découlent de ce qui précède sont les suivantes : 1^o les terrains nummulitiques de la Montagne-Noire reposent directement sur les terrains de transition et primitif.

1) LEYMERIE. *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e série. t. X, pag. 316. 1853.

tandis que dans les Corbières ils recouvrent les assises crétacées, de sorte que leur indépendance est manifestée par cette transgression de superposition; — 2° Ils sont surmontés, à stratification concordante mais transgressive par des couches tertiaires d'eau douce, de sorte qu'ils en sont également indépendants; — 3° ces couches d'eau douce représentant probablement l'étage du gypse parisien et de la molasse éocène du Fronsadais, les terrains nummulitiques tiennent ici la place de tout ce qui s'est déposé entre les terrains secondaires et les terrains Paléothériens; — 4° Le groupe nummulitique se subdivise en deux étages, l'inférieur de formation d'eau douce, le supérieur de formation marine; — 5° Le premier de ces étages se retrouve peut-être à la base des couches nummulitiques d'Ausseing; — 6° Le deuxième est l'équivalent de la plupart des couches marines d'Ausseing et de celles du Mont-Perdu.

CORBIÈRES.

Les terrains nummulitiques des Corbières, séparés de ceux de la Montagne-Noire par toute la largeur de la vallée du Canal du Midi, se rattachent sans doute vers l'Ouest par ceux de l'Ariège aux gîtes de la Haute-Garonne, qui n'en sont probablement qu'un prolongement. Leurs caractères minéralogiques et stratigraphiques sont beaucoup plus variables que dans la Montagne-Noire, et ils prennent un énorme développement, puisque M. Leymerie n'évalue pas leur puissance à moins de mille mètres.

L'étude de ces terrains a donné lieu à des opinions très-diverses, et il ne semble pas que l'on en possède encore une connaissance bien complète, malgré les nombreuses recherches dont ils ont été l'objet.

M. Leymerie ne croit pas qu'il y ait dans les Corbières un ordre de superposition fixe. Il serait disposé à admettre cependant que les poulingues et les marnes fossilifères d'Albas forment la partie inférieure tandis que les couches les plus riches en Nummulites et Alvéolines constituent la partie supérieure de la formation. (1) — Mais nous trouvons quelques autres appréciations dans plusieurs passages du même travail et dans la classification exposée sous forme de tableau (p. 343) : les couches d'Albas (p. 346) sembleraient plonger sous celles marno-calcaires de La Grasse, auxquelles l'auteur paraîtrait disposé à rattacher les calcaires du Mont-Alaric, les marnes de Tournissan et de Saint-Laurent et le gîte de Couiza. Les marnes noires de Fontcouverte (p. 347) et celles de Roubia (*id.*) reposant sur les couches d'Alaric, il faudrait

(1) *Mém. de la Soc. géol.*, 2^{me} série, t. I, p. 345. 1876.

dès-lors les considérer comme formant un horizon supérieur auquel se rattacheraient sans doute, bien que l'auteur ne s'explique pas à cet égard, celles du Rabe et de Coustouge. M. Leymerie pense qu'il y a une liaison intime entre les marnes de Roubia et les calcaires d'Alarie, et ne serait même pas éloigné de croire que ceux-ci ne fussent, au moins en partie, plus récents que les assises du centre de la région.

Tallavignes⁽¹⁾ ayant étudié les Corbières postérieurement à M. Leymerie est arrivé à des conclusions fort différentes. Pour lui, les terrains nummulitiques doivent être subdivisés en deux terrains fort distincts, séparés par une discordance de stratification, l'un se rattachant à la craie (*terrain Alaricien*), et ne renfermant que des fossiles d'espèces nouvelles, ou appartenant aux gisements des Pyrénées centrales (Mont-Perdu), de la Haute-Garonne et de l'Ariège; l'autre (*terrain Ibérien*), contenant toutes les espèces tertiaires des Corbières et constituant un horizon que l'auteur considère comme éocène. — M. Raulin a adopté cette classification.⁽²⁾

M. Leymerie, supposant d'abord réelle la subdivision du terrain nummulitique en deux étages, ne la considère pas comme ayant toute l'importance qu'on lui a attribuée. Il croit que les couches de la Montagne-Noire ne sont que la continuation des assises supérieures de l'Alarie.⁽³⁾ — Depuis, ayant revu les localités, il n'a pu constater la discordance de stratification admise par Tallavignes, et émet l'opinion que celle signalée par cet auteur à Roquenegade peut n'être due qu'à un glissement local.⁽⁴⁾ En outre, les calcaires de l'Alarie sont pétris par places de Nummulites et d'Alvéolines identiques à celles de la Montagne-Noire, et renferment le *Terebratulula montolearensis* ainsi que des couches de marnes à *Turritella imbricataria* et autres fossiles du terrain Ibérien.

La théorie de Tallavignes, combattue par M. Leymerie, nous paraît pouvoir donner lieu à différentes objections. Et d'abord, si le terrain Alaricien appartient réellement au terrain créacé, de deux choses l'une : ou il correspond à un étage connu de ce dernier, ou bien il forme une assise nouvelle qui manquerait dans tout le nord de l'Europe. — Dans le premier cas, ce terrain ne renfermerait aucun des fossiles des couches supérieures de la craie du Nord, ni, bien mieux, aucun de ceux de la craie d'Ausceing et de Monléon, qui correspond exactement à cette dernière, de sorte qu'il faudrait expliquer comment il se

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2^{me} série, t. IV, p. 1127. 1847.

(2) *Bull.*, 2^{me} série, t. VI, p. 331. 1849.

(3) *Bull.*, 2^{me} série, t. VII, p. 91. 1850.

(4) *Bull.*, 2^{me} série, t. X, p. 316. 1853.

fait que des assises dépendant d'un même bassin et aussi rapprochées contiendraient des faunes aussi différentes, et comment la craie, caractérisée ailleurs par des Ananchytes, etc., serait ici caractérisée par des Nummulites et des Alvéolines. De plus, en admettant avec Tallavignes que tous les terrains nummulitiques des Pyrénées appartiennent au système Alaricien, cette théorie serait radicalement ruinée par les observations de M. Leymerie au Mont-Perdu, où le terrain nummulitique repose directement sur la craie supérieure identique à celle de Monléon. — Dans le second cas, il faudrait examiner s'il y aurait des motifs suffisants pour instituer un nouvel horizon créacé qui, étant supérieur aux couches de Maëstricht, mériterait bien alors le nom de *terrain épicrotacé*, puis enfin expliquer pour quelles raisons on rattacherait à la craie plutôt qu'au terrain nummulitique des assises qui ne renferment aucun fossile créacé, mais qui contiennent au contraire des fossiles nummulitiques.

Nous pensons donc que le terrain Alaricien de Tallavignes n'est réellement qu'une dépendance des terrains nummulitiques, et en admettant la discordance indiquée comme réelle, cette discordance serait un fait tout local, puisque rien d'analogue ne s'observe dans le bassin de l'Adour, ni dans aucun des autres gîtes nummulitiques d'Europe. (1) Aussi raisonnerons-nous dans cette manière de voir, en nous occupant des relations qui existent entre les terrains nummulitiques des Corbières et ceux qui les ont suivis et précédés.

Dans son grand Mémoire, M. Leymerie, (2) dès 1844, s'exprimait formellement sur l'indépendance des terrains nummulitiques de l'Aude: « Dans la partie méridionale et orientale des Corbières, disait-il, ces » couches reposent sur celles du terrain créacé; mais du côté nord » de ce petit groupe et dans la Montagne-Noire, elles paraissent im- » médiatement appuyées sur les roches anciennes et prendre ainsi » l'allure d'une formation indépendante. » Cependant, peu de temps après, (3) le même auteur émet l'opinion que les terrains nummulitiques de l'Aude pourraient représenter à la fois la fin de la période créacée et le commencement de la période tertiaire. M. Leymerie ayant du reste apporté des faits contraires à cette théorie en démontrant que la craie est aussi complète dans le midi de la France que dans le nord de l'Europe, et n'ayant pas répondu à l'argumentation si pressante de

(1) Excepté peut-être dans les Alpes maritimes, d'après M. Sismonda. comme nous le verrons plus loin.

(2) *Mém. de la Soc. géol.*, 2^{me} série, t. 1, p. 355. 1846. — et *Bull.*, 2^{me} série, t. II, p. 24. 1844.

(3) *Bull.* 2^e série, t. II, p. 270. 1845.

M. d'Archiac, ⁽¹⁾ nous ne savons s'il est encore dans les mêmes idées et nous ne nous appesantirons pas sur ce sujet. Nous constaterons seulement l'indépendance des terrains nummulitiques, démontrée par leur superposition transgressive sur les terrains crétacé, de transition et primitif.

Quant à l'âge de la craie sur laquelle reposent les assises nummulitiques des Corbières, M. d'Archiac ⁽²⁾ a fait voir tout récemment que les couches les plus modernes correspondent au deuxième étage ou calcaires gris à Ananchytes, de sorte que ces couches seraient plus anciennes que celles de Monléon, qui paraissent représenter la craie jaune de Royan. Le *Sphærulites Ponsiana* cité par M. Leymerie ⁽³⁾ comme se trouvant au-dessus des couches de Monléon, serait d'ailleurs ici une anomalie dans le cas où sa détermination ne serait pas donnée comme incertaine, car son horizon est celui des couches moyennes à Rudistes des Corbières ou troisième étage.

La formation d'eau douce de la vallée du Canal du Midi, dont nous avons discuté l'âge précédemment, recouvre en stratification concordante les strates nummulitiques des Corbières, et a été relevée avec eux parfois jusqu'à la verticale; ⁽⁴⁾ son indépendance est indiquée d'ailleurs par ses relations avec les terrains de la Montagne-Noire et aussi. d'après la carte de M. Leymerie, par sa superposition directe aux couches crétacées et même jurassiques des environs de Sijean.

Après avoir essayé de faire voir la netteté de la séparation qui existe entre le terrain nummulitique des Corbières et les terrains inférieurs et supérieurs, il nous reste à examiner la question de leur unité. Comme nous l'avons vu, M. Leymerie, tout en reconnaissant que certaines couches occupent des niveaux déterminés, établit que toutes sont liées les unes aux autres de manière à constituer un ensemble indivisible.

Tallavignes ne paraît pas avoir cru non plus à la possibilité d'une subdivision, et en groupant en trois types ou facies les terrains nummulitiques de l'Aude, il laisse supposer qu'il considère ces types comme parallèles. Cependant, il a tenté d'introduire des subdivisions dans chacun de ces types en particulier, sans chercher pour cela à les faire concorder: ainsi son type des Hautes-Corbières comprendrait à la base des marnes et des grès grisâtres fossilifères; celui des Basses-Corbières serait composé inférieurement de marnes noires et de cal-

(1) *Hist. des progrès de la géologie*, t. III, p. 38. 1850.

(2) *Bull.* 2^e série, t. XI, p. 200. 1854.

(3) *Mém. de la Soc. géolog.*, 2^e série, t. IV, p. 187. 1851.

(4) RAULIN. *Bull.*, 2^e série, t. VI, p. 536. 1849.

caires avec *Terebratula tenuistriata*, *T. Venei*, *Ostrea lateralis*, et supérieurement de marnes sableuses et de grès à Cérithes et *Ostrea multicosata*.

La réserve dans laquelle se sont tenus Tallavignes et M. Leymerie nous en impose une plus grande encore, et ne nous permet pas de tenter une classification que ces géologues n'ont pu établir. Les fossiles indiqués par Tallavignes dans chacun de ses types nous montrent un certain nombre d'espèces communes et d'autres spéciales qui ne peuvent rien nous indiquer en l'absence de toute donnée de superposition. Il en est de même de ceux cités par M. Leymerie dans chacune de ses localités fossilifères, et du reste la plupart de ces localités ont été trop peu explorées et ont fourni trop peu d'espèces déterminables pour qu'il soit possible d'en tirer quelques conséquences un peu rigoureuses. M. Leymerie ayant d'ailleurs exposé sa classification plutôt comme une manière d'être ordinaire que comme un fait réel et constant, nous craindrions de lui donner une importance que l'auteur ne lui a pas attribuée en nous en servant pour établir des comparaisons de détail avec les autres gîtes nummulitiques.

La subdivision des terrains nummulitiques de l'Aude en assises, qui n'a pu être effectuée ni par les recherches minutieuses de Tallavignes, ni par celles d'un observateur aussi habile que M. Leymerie, n'est pourtant peut-être pas impossible, toute difficile qu'elle puisse être, et nous ferons à ce sujet les remarques suivantes : 1° la distinction de plusieurs espèces de roches, la présence de plusieurs fossiles spéciaux dans quelques localités tend à en faire soupçonner la réalité; 2° il est probable qu'un terrain auquel on attribue une puissance de mille mètres n'est pas homogène dans toute son épaisseur, lorsque nous voyons les terrains bien moins développés du bassin de l'Adour nous offrir plusieurs assises distinctes; 3° l'existence de calcaires d'eau douce avec Linnées et Planorbes à Coustouge, (1) à la base des marnes noires, (2) celle de marnes noires aussi d'eau douce au-dessous des calcaires et des grès de La Grasse (3) indiquent un fait pareil à celui qui se présente dans la Montagne-Noire, et pourra servir peut-être à établir une concordance entre les deux gisements; 4° enfin, les environs d'Aussing, où la division en assises paraît très-nette, et où se trouvent beaucoup de fossiles de l'Aude, pourront servir sans doute à éclaircir les

(1) Tallavignes pense que ces calcaires ne représentent pas ceux de la Montagne Noire, mais qu'ils se lient au terrain crétacé inférieur. Il nous paraît difficile d'admettre cette opinion, car nous ne sachons pas qu'on ait jamais signalé dans le terrain crétacé des *Linnées* et des *Planorbes*.

(2) LEYMERIE. *Mém. de la Soc. géolog., loc. cit.*, p. 319.

(3) DUPRENOY. *Annales des mines*. 2^me série, t. VIII, p. 327. 1830.

relations des couches dans ce dernier département. M. Leymerie fait ressortir déjà l'analogie qui existe entre la troisième assise et la Montagne-Noire, tandis que la quatrième, qui lui est supérieure, offre un plus grand nombre d'espèces communes avec les Corbières (4 sur 7), ce qui indiquerait peut-être dans ces dernières des couches plus récentes que dans la Montagne-Noire, et concorderait avec l'opinion de M. Leymerie, qui considère les couches de cette dernière région comme contemporaines de celles du Mont-Alaric.

Un fait très-digne de remarque est la différence considérable qui existe entre la faune du bassin de l'Adour et celle des Corbières et de la Montagne-Noire. En effet, sur 444 espèces déterminées provenant de ces deux bassins, il n'y en a pas plus de 15 communes, ou environ 3 p. 100. (1) Cette disparité zoologique pour des dépôts que l'on ne peut s'empêcher de considérer comme appartenant à la même période géologique, peut s'expliquer de trois manières : 1° ou les dépôts des deux bassins ne sont pas contemporains, et comme ils ne peuvent appartenir à deux terrains différents, il faut qu'ils se rapportent à deux étages distincts d'un même terrain; 2° ou les deux bassins étaient séparés ou incomplètement réunis; 3° ou les conditions physiques étaient fort dissemblables de part et d'autre. Il n'est pas impossible, comme nous allons le voir, que ces trois causes aient agi simultanément.

Nous devons faire remarquer d'abord que le petit nombre d'espèces communes, suffisantes à la vérité pour démontrer le parallélisme des deux bassins considérés en grand, ne permet pas de comparaisons de détail; aussi ne donnerons-nous les remarques que nous allons faire que sous une forme très-dubitative. Sur les 15 espèces communes, 4 se trouvent plus particulièrement dans l'étage supérieur de l'Adour, mais se rencontrent aussi dans l'étage moyen, 7 sont spéciales à celui-ci, 2 à l'étage inférieur, et 2 sont indifférentes. — D'après ces chiffres, on pourrait être porté à considérer les dépôts de l'Aude comme parallèles aux couches supérieures de l'Adour, mais il faut considérer que ces couches étant très-riches en fossiles, tandis que les marnes inférieures ne renferment guère qu'une douzaine d'espèces, les espèces caractéristiques de celles-ci deviennent par cela même plus significatives. Du reste, ces faits sont trop peu nombreux pour qu'il soit possible d'en inférer une loi.

Les faunes nummulitiques de l'Adour et de l'Aude, qui ont si peu d'analogie entre elles, en ont au contraire de très-grandes avec celles

(1) Sur 377 espèces bien caractérisées de l'Adour et 82 de l'Aude. Total 459. 15 espèces étant communes, restent 444 espèces qui représentent la faune bien connue des deux bassins.

du bassin de Paris, et ce fait, digne de fixer l'attention, va nous conduire à des résultats remarquables. Sur 82 espèces bien connues de l'Aude, 19 ou 23 p. 100 se retrouvent dans le bassin de Paris. — Sur 361 espèces de l'Adour, 77 ou 21 p. 100 se retrouvent dans les terrains tertiaires inférieurs du Nord. Ces nombres très-rapprochés indiquent des rapports peu différents avec les terrains éocènes parisiens, mais non avec les mêmes couches de ces terrains, comme on va le voir. En effet, sur les 19 espèces de l'Aude, 8 sont propres aux sables inférieurs du Soissonnais, 7 au calcaire grossier et 6 indifférentes; les analogies sont donc à-peu-près égales avec ces deux étages. — Sur les 77 espèces de l'Adour, 33 sont particulières au calcaire grossier, 9 seulement aux sables du Soissonnais et 35 indifférentes. ⁽¹⁾ Une remarque qu'on ne peut s'empêcher de faire en comparant ces chiffres est que les analogies sont surtout très-grandes entre la faune nummulitique de l'Adour et celle du calcaire grossier, et entre la faune de l'Aude et celle des sables inférieurs. Cette observation acquerra une valeur réelle, si l'on considère que parmi les espèces communes aux gîtes de l'Aude et aux sables du Soissonnais se trouvent les espèces les plus caractéristiques de ceux-ci (*Neritina conoidea*, *Cerithium acutum*, *Ostrea multicos-tata*, etc.), tandis que dans le bassin de l'Adour on trouve au contraire plusieurs espèces particulières au calcaire grossier et aux grès de Beauchamp, comme *Fusus intortus*, *F. maximus*, *Triton nodularium*, *T. turriculatum*, *Mitra fusellina*, *Terebellum convolutum*, *Clavagella coronata*, *Cytherea lavigata*, *Venericardia acuticostata*, *Chama rusticula*, etc. Les analogies paléontologiques tendent donc à démontrer que les terrains nummulitiques du bassin de l'Adour sont plus modernes que ceux de l'Aude, au moins en partie, et cette donnée ne se trouve pas contredite, ainsi qu'on l'a vu, par la comparaison des faunes des deux bassins. Peut-être, ainsi que Tallavignes l'avait fait remarquer, pourrait-on mettre en parallèle les marnes noires du Rabe avec les marnes à Térébratules de l'Adour, et alors tout le système de l'Alaric manquerait dans ce dernier bassin. — Nous pourrions donc conclure que la principale cause de la différence qui existe entre les faunes de l'Adour et de l'Aude provient de ce qu'elles ne sont pas absolument du même âge, considérées en grand.

(1) Sur les 37 espèces communes entre Bos-d'Arros et le bassin tertiaire du Nord, 13 sont spéciales au calcaire grossier, 3 aux sables inférieurs, 19 indifférentes.

Sur 47 espèces de Biaritz, 21 espèces sont spéciales au calcaire grossier, 7 aux sables inférieurs, et 19 indifférentes.

On voit que les analogies sont surtout très-grandes entre les fossiles de Bos-d'Arros et ceux de calcaire grossier.

Une deuxième cause de différences pourrait être la séparation plus ou moins complète des deux bassins. Si l'énorme développement que prennent les terrains meubles supérieurs dans toute la largeur du département des Hautes-Pyrénées, s'oppose à ce que l'on puisse acquérir une preuve directe de cette séparation en masquant tous les dépôts inférieurs, on peut du moins considérer cette séparation comme probable, puisque à l'est du gîte de Bos-d'Arros, qui lui-même ne forme qu'un lambeau isolé, on ne trouve plus que des affleurements crétacés d'une très-grande puissance, sans indices de terrains nummulitiques, et ceux-ci ne se montrent plus que vers la ligne de faite des Pyrénées. Il paraîtrait, d'après cela, que les deux bassins n'ont pas communiqué largement entre eux, et qu'ils n'étaient réunis peut-être que par des détroits d'une faible largeur. Du reste, on a vu que la différence des faunes s'explique naturellement par une différence d'âge, de sorte que la séparation des deux bassins n'a pas besoin à la rigueur d'être invoquée pour en donner l'explication.

Il est plus difficile de décider si les conditions physiques ont été différentes de part et d'autre; la nature très-variable des matériaux qui constituent les couches ne tendrait pas à le prouver. Il semblerait que les dépôts se sont effectués sous des eaux assez profondes en général et peu agitées; la présence de poudingues et l'abondance des grès dans l'Aude pourrait peut-être aussi faire supposer que la mer y était moins profonde que dans le bassin de l'Adour où prédominent les marnes et les calcaires, et qu'elle était parcourue par des courants qui manquaient ou étaient moins rapides dans ce dernier.

— De la discussion qui précède nous tirerons les conséquences suivantes : 1° Les terrains nummulitiques des Corbières forment un seul et même ensemble géologique; 2° ils sont complètement indépendants des terrains crétacés, de même que des terrains qui les recouvrent; 3° Il n'est pas possible, dans l'état actuel de nos connaissances, d'y introduire des subdivisions, bien qu'il soit probable que ces subdivisions existent réellement; 4° ils paraissent être en grande partie plus anciens que ceux du bassin de l'Adour.



CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LE TERRAIN TERTIAIRE INFÉRIEUR DE L'AQUITAINE.

Après nous être efforcé de démontrer l'unité et l'indépendance des terrains nummulitiques, comme grand ensemble géologique, dans la partie du bassin de l'Aquitaine qui avoisine la chaîne des Pyrénées, nous pouvons aborder la question de la place que doivent occuper ces

terrains dans la série générale des dépôts, et c'est ce que nous allons essayer de faire.

Nous avons pu constater, pour ainsi dire à chaque pas, l'indépendance des terrains nummulitiques et des terrains crétacés sur lesquels ils reposent, indépendance manifestée, non par une discordance absolue de stratification, mais par une transgression de superposition évidente, qui démontre que s'ils n'ont pas été séparés des terrains sous-jacents par un mouvement et une dislocation du sol, il a dû se produire, à l'époque où ils ont commencé à se déposer, un changement considérable dans la circonscription des mers. Ce changement est attesté par la délimitation superficielle des dépôts, en même temps que par la faune nouvelle qui ne présente plus aucune analogie avec celles qui l'ont précédée. Nous pouvons donc poser hardiment comme règle qu'il y a distinction nette et nullement passage entre les terrains crétacés les plus supérieurs et les terrains nummulitiques.

Sur le versant Pyrénéen français, les dépôts nummulitiques sont recouverts par des assises de différents âges qui nous dénotent une indépendance presque aussi marquée. Dans le bassin de l'Adour, par exemple, on ne trouve plus au-dessus que les marnes et les calcaires de l'étage des faluns bleus qui correspondent pour nous aux grès de Fontainebleau, tandis que dans l'Aude nous les voyons recouverts en concordance mais transgressivement par une formation d'eau douce que nous avons cru pouvoir assimiler au groupe gypseux du bassin de Paris.

De ce premier aperçu, indépendamment de toute autre considération, et en s'appuyant seulement sur la comparaison des deux séries de terrains du bassin de Paris et du versant Pyrénéen, on est, je crois, en droit de conclure que les terrains nummulitiques représentent dans le Midi tout ou partie des terrains compris, dans le Nord de la France, entre la craie supérieure et le gypse. Nous verrons bientôt cette induction appuyée par des faits nombreux dépendant d'un autre ordre de considérations.

Si nous nous transportons maintenant dans la partie septentrionale de l'Aquitaine, nous trouverons, reposant immédiatement sur la craie, les calcaires et les sables de Saint-Palais près Royan, que l'on considère avec toute raison, selon nous, comme inférieurs au calcaire grossier de Blaye et du Médoc, lequel a toujours été placé sur l'horizon du calcaire grossier de Paris. Au-dessus, se développe une formation puissante de molasses d'eau douce qui renferment des *Palæotherium*, et que l'on regarde comme correspondant au gypse du bassin de Paris. Cette formation, ainsi que nous l'avons vu, manque absolument dans le bassin de l'Adour, mais se trouve représentée dans celui de l'Aude

par les molasses d'Issel, etc. — Cet étage d'eau douce est surmonté lui-même par des calcaires lacustres très-développés dans le Castillon-nais, le Périgord et l'Agenais, lesquels auraient leur prolongement dans les puissantes assises d'eau douce de Castelnaudary, de la vallée de l'Aude et du bassin de l'Hérault. Cette formation est recouverte par le dépôt si important du calcaire à Astéries parallèle aux grès de Fontainebleau, qui est en transgression manifeste sur les assises d'eau douce inférieures, puisqu'il se prolonge jusque dans le bassin de l'Adour, où celles-ci manquent absolument.

On a hésité jusqu'à ce jour à rattacher à un même ensemble géologique les calcaires de Blaye et les terrains nummulitiques du Midi, et dans cette hypothèse il n'y aurait, dans le sud-ouest, d'autre représentant des parties inférieures du terrain éocène, que les dépôts peu puissants et peu étendus du Blayais et du Médoc. Pour nous, nous ne faisons aucune difficulté à considérer ces dépôts comme nummulitiques, si l'on veut conserver ce mot, et dans notre pensée cela revient à les assimiler au membre inférieur du terrain éocène du Nord. Nous allons développer cette opinion, qui n'est pas chez nous une simple manière de voir, mais l'expression d'une conviction intime.

On n'a jamais élevé de doutes sur le parallélisme du calcaire de Blaye et du calcaire grossier parisien, quoique ce parallélisme ne soit fondé que sur l'identité d'un nombre peu considérable de fossiles, et sur des circonstances analogues de gisement. Pourquoi se refuserait-on à considérer également les terrains nummulitiques de la partie méridionale du bassin comme tertiaires? Serait-ce parce qu'ils se rattacheraient sans discontinuité à la craie? Non, puisqu'ils en sont indépendants; — à cause de leur faune? Non, puisque cette faune n'a rien de commun avec celle de la craie, et offre au contraire des analogies frappantes avec celle des parties inférieures du terrain tertiaire parisien. Serait-ce parce qu'il y aurait un mélange de fossiles secondaires et tertiaires ou un passage stratigraphique insensible? Non, puisque ni ce mélange ni ce passage n'existent en réalité. Serait-ce enfin que ces terrains pourraient occuper une autre place dans la série générale? Non, puisqu'ils représentent exactement l'horizon des terrains parisiens inférieurs. La seule raison que l'on pourrait alléguer serait leur relèvement et leur dislocation, leur présence sur le faite de la chaîne des Pyrénées, argument de peu de valeur, puisque les terrains miocènes ont été portés à de grandes hauteurs dans les Alpes. Quant à la nature même des roches, celles-ci possèdent, au moins dans le bassin de l'Adour, une physionomie tout aussi tertiaire que crétacée; de sorte que la considération de cette physionomie, invoquée pour les Alpes, est ici de nulle importance.

Nous considérons donc les terrains nummulitiques comme représentant dans leur ensemble toute la série des dépôts tertiaires du Nord inférieurs au gypse. Si nous voulions pousser plus loin la comparaison, nous mettrions en parallèle : 1° les calcaires d'eau douce de la Montagne-Noire et ceux de Rilly ; 2° une grande partie du terrain nummulitique proprement dit, notamment tout celui de l'Aude, avec les sables inférieurs du bassin de Paris, sans qu'il soit possible de rien préciser davantage dans le moment actuel ; 3° le calcaire de Blaye et du Médoc avec le calcaire grossier de Paris et peut-être avec le grès de Beauchamp. — Nous pourrions même dire que nous ne serions pas éloigné de considérer la plus grande partie des dépôts de l'Adour comme correspondant au calcaire grossier, au moins à ses couches inférieures. Dès-lors, le terrain tertiaire serait tout aussi complet dans le sud-ouest que dans le nord de la France, et il nous semble, pour le moment, qu'aucune preuve contraire ne vient infirmer sérieusement cette conclusion.

Au-dessus de ce grand ensemble de dépôts presque exclusivement marins, se développe une puissante formation d'eau douce transgressive sur la précédente. Cette formation représente exactement celle du calcaire lacustre de la Brie et du gypse de Paris. Dans le Sud-Ouest comme dans le Nord, elle forme le deuxième membre du terrain tertiaire inférieur, et est recouverte transgressivement par les grès de Fontainebleau ou par les calcaires à Astéries qui leur sont homologues.

Nous avons insisté particulièrement sur la séparation de la formation marine éocène et de la formation d'eau douce également éocène, parce que cette séparation tendrait à introduire dans la science une division bien remarquable, celle du terrain éocène en deux groupes très-distincts et indépendants qui auraient pour types, dans le Nord, le premier les couches comprises entre la craie et la formation gypseuse, le deuxième cette formation gypseuse elle-même. Cette indépendance serait surtout tranchée dans le Midi, où la transgression de superposition est évidente, et aucune considération zoologique ne tendrait à la faire repousser.

Telles sont les opinions auxquelles nous avons cru devoir nous arrêter, et nous les croyons fondées. Les détails dans lesquels nous sommes entré nous dispenseront, pour la suite de ce travail, d'aussi grands développements. Nous nous contenterons d'examiner rapidement les terrains tertiaires inférieurs de l'Europe occidentale, pour voir si nous n'y trouverions pas des divisions analogues à celles que nous venons de reconnaître.

PROVENCE ET DAUPHINÉ.

Les terrains renfermant des Nummulites n'existent pas dans l'intervalle qui sépare les Corbières des Alpes. Cependant, les travaux récents de MM. Leymerie et Matheron permettent de rattacher à cet horizon une partie des formations si puissantes de la Provence et du Dauphiné, sur l'âge tertiaire desquelles il n'a jamais été élevé de doutes. Les nombreuses recherches dont cette partie de la France a été l'objet ont établi assez clairement l'existence des étages suivants au-dessous des terrains tertiaires supérieurs proprement dits :

1^o Molasse marine coquillière recouvrant presque toujours en stratification discordante et transgressive les étages inférieurs ;

2^o Groupe du gypse renfermant à Apt (Vaucluse) beaucoup de débris de mammifères du gypse de Montmartre ;

3^o Groupe des marnes rouges et bigarrées d'eau douce ;

4^o Groupe des calcaires et marnes à lignites, avec nombreuses coquilles d'eau douce.

Ces étages s'étendent d'autant plus loin vers le Nord qu'ils sont plus modernes. Le groupe des lignites ne dépasse pas le bassin d'Aix, celui des marnes rouges et du gypse se termine vers le lac de Genève, tandis que la molasse s'étend jusqu'en Autriche.

Le groupe des lignites, malgré son peu d'étendue horizontale, a une puissance remarquable puisqu'on l'évalue au moins à 350 mètres. On ne peut donc le considérer comme un accident local et négligeable à cause de son peu d'importance, et l'on doit plutôt s'attacher à rechercher à quel étage il peut correspondre dans la série générale des dépôts. Inférieurement, il repose en stratification concordante sur le calcaire à Hippurites auquel il passe même selon M. Leymerie, (1) mais nous ne pensons point comme ce savant qu'il y ait eu continuité de dépôt entre les deux formations, car les couches à Hippurites appartenant au même horizon que celles des Corbières, c'est-à-dire à l'étage des calcaires blancs du Périgord (3^{me} étage), sont loin de représenter les couches les plus récentes de la craie. Or, puisque la craie supérieure manque ici absolument, en admettant cette manière de voir on serait forcément conduit à considérer les couches à lignites comme de l'âge de cette craie supérieure.

Le groupe des lignites paraît être assez bien limité supérieurement, et il semblerait même indépendant des marnes rouges qui s'étendent beaucoup plus loin, transgressivement par conséquent.

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2^{me} série, t. VIII, p. 203. 1851.

M. d'Archiac, en 1850, (1) avait laissé entrevoir la possibilité d'une assimilation entre les lignites de Provence et les couches marines nummulitiques. M. Leymerie (2) est allé plus loin : il a démontré que les lignites d'Aix correspondaient exactement au calcaire d'eau douce de la Montagne-Noire, en faisant voir que sur 9 espèces fossiles que renferment ceux-ci, 4 se retrouvaient dans les lignites. M. Matheron (3) a adopté cette opinion et considère ces dépôts d'eau douce comme contemporains de ceux de Rilly, dans le bassin de Paris, ce qui nous paraît très-probable.

Le groupe du gypse paraît être bien réellement contemporain de celui du bassin de la Seine dont il contient les espèces de mammifères les plus caractéristiques, d'après M. Paul Gervais, au moins en rattachant à cet étage les gîtes ossifères d'Apt comme le fait M. Leymerie. (4) Nous avons donc en Provence deux horizons bien déterminés qui représentent, l'un les sédiments les plus anciens, l'autre les sédiments les plus modernes de la période éocène.

Les argiles rouges peuvent donc être placées indifféremment en parallèle avec n'importe quelle assise comprise dans le Nord entre ces deux horizons. M. d'Archiac fait observer (5) qu'en mettant le gypse sur l'horizon de celui de Paris, ces couches rouges doivent représenter forcément le calcaire grossier ; M. Leymerie (*loc. cit.*) ne paraît pas éloigné d'adopter cette opinion, et M. Matheron (*loc. cit.*), se fondant sur ce que ces marnes ne se montrent pas dans les parties de la Provence où existent les terrains nummulitiques, pense qu'elles représentent ces derniers. Ce rapprochement n'est nullement impossible, mais il faut remarquer cependant que les molasses rouges se prolongent jusqu'en Savoie, où les terrains nummulitiques sont très-développés. Il nous semblerait donc qu'il vaudrait peut-être mieux laisser les couches rouges dans la grande formation du gypse éocène, et dès-lors elles joueraient, par rapport à ce dernier, le même rôle que, dans l'Aquitaine, les molasses du Fronsadais jouent par rapport aux calcaires blancs du Castillonnais. S'il venait toutefois à être démontré que les marnes rouges de Savoie ne sont pas de l'âge de celles de Provence et du Dauphiné, tout tendrait à confirmer l'opinion de M. Matheron.

— En Provence et Dauphiné, le terrain éocène paraît donc exister bien réellement, représenté par des couches d'eau douce. L'horizon du calcaire grossier et du grès de Beauchamp manquerait ; les argiles à li-

(1) *Hist. des progrès de la géologie*, t. III, p. 74.

(2) *Loco citato.*

(3) *Bull.*, 2^me série, t. IX, p. 189. 1852.

(4) *Loco citato.*

(5) *Hist. des progrès de la géologie*, t. II, p. 747. 1849.

gnites représenteraient les sables inférieurs et les couches nummulitiques les plus anciennes ; les couches rouges et les gypses d'Aix et du Vaucluse seraient parallèles aux gypses de Paris et aux molasses du Fronsadais de l'Aquitaine.

SAVOIE.

A l'exception des lignites inférieurs, qui ne dépassent pas la vallée de l'Arc, les terrains tertiaires de la Provence paraissent se prolonger sans discontinuité jusqu'au lac Léman, en subissant quelques changements dans leur composition. — En Savoie, ces terrains sont constitués, au-dessous des formations lacustres pliocènes : 1^o par des molasses marines fossilifères généralement inclinées et identiques avec celles de Provence ; 2^o par des marnes rouges et bigarrées avec lits de gypse et de calcaire à coquilles d'eau douce⁽¹⁾. Ces dernières offrent une analogie remarquable avec les couches rouges d'Aix.

Des opinions assez différentes se sont produites sur l'âge de ces molasses rouges. Selon M. Necker, elles sont contemporaines de la molasse marine et par conséquent miocènes ; selon la plupart des autres auteurs, elles appartiennent au terrain tertiaire inférieur et deviennent parallèles aux couches rouges de Provence ; on pourrait alors les assimiler au calcaire grossier. Enfin, une troisième opinion, qui n'a pas été proposée à notre connaissance, consisterait à les considérer comme appartenant à la même formation que le gypse de Provence, dont elles formeraient alors un membre inférieur.

Si elles sont miocènes et contemporaines de la molasse marine comme le veut M. Necker, il n'y aurait en Savoie aucun représentant des couches inférieures de Provence. Cette supposition, sur laquelle nous aurons à revenir bientôt, semble moins d'accord avec les faits que l'opinion émise par MM. Chamousset et Favre, qui considèrent les molasses d'eau douce rouges de Savoie comme formant un seul horizon appartenant au terrain tertiaire inférieur, et devenant par cela même parallèles aux molasses rouges de Provence dont elles paraissent stratigraphiquement être la continuation.

Le terrain nummulitique, très-développé en Savoie, paraît manquer en général là où les marnes rouges se montrent, et avoir été relevé par le même mouvement qui a redressé ces dernières. Je n'ai pu trouver, dans les ouvrages que j'ai consultés, des indications plus précises sur les relations mutuelles de ces deux terrains, et cette lacune est bien regrettable, car il serait d'une extrême importance, pour

(1) CHAMOUSSET. *Bull.*, 2^{me} série, t. XIII, p. 484. 1842.

le classement des terrains nummulitiques, d'avoir des données exactes sur ce sujet.

Cependant, ce que l'on peut considérer comme à-peu-près certain, c'est l'indépendance de la molasse et des couches nummulitiques, indépendance admise par tous les auteurs et qui trouve sa démonstration dans le fait de superposition transgressive, puisque les molasses rouges reposent indifféremment sur les diverses assises crétacées et se terminent au lac de Genève, tandis que les terrains nummulitiques se prolongent beaucoup au-delà.

En admettant l'indépendance des marnes rouges lacustres et des terrains nummulitiques, il y aurait deux suppositions à faire, selon que les premières représenteraient le calcaire grossier ou le gypse parisien. Dans le premier cas, toute la série nummulitique suisse serait antérieure au calcaire grossier; dans le deuxième, elle représenterait toute la partie inférieure du terrain éocène à partir du gypse exclusivement. La première de ces deux hypothèses semblerait la moins probable, car elle indiquerait une séparation considérable entre les sables inférieurs et le calcaire grossier, et rien ne justifie, pour le moment, une distinction aussi profonde entre ces deux groupes. La deuxième serait plus conforme aux faits de géologie générale, en ce qu'elle ne conduirait point à subdiviser en deux terrains distincts un ensemble de couches dont la continuité est évidente en d'autres lieux.

Une autre supposition, qui conduirait à des résultats à-peu-près analogues à ceux qui découleraient de l'assimilation des marnes rouges au gypse, et qui aurait des conséquences d'une extrême importance, serait celle suivant laquelle les marnes rouges seraient considérées comme une modification des terrains nummulitiques supérieurs (flysch). Cette assimilation qui n'a jamais été proposée à ma connaissance, préciserait l'âge du flysch, car si l'on réunissait les couches rouges à l'étage du gypse, le flysch rentrerait par cela même dans cet horizon, et l'on aurait ainsi un représentant de la partie supérieure du terrain éocène dans tout le midi de l'Europe. Malheureusement, l'insuffisance des documents ne permet de donner ces conjectures qu'avec une grande réserve; rien n'autorise, quant à présent, dans les travaux relatifs à la géologie de la Savoie, à considérer les marnes d'eau douce comme une modification du flysch marin, et il y aurait peut-être quelque difficulté à admettre qu'un même groupe pût être représenté à d'aussi faibles distances par des formations exclusivement marines d'une part, et par des formations essentiellement d'eau douce de l'autre.

Quoiqu'il en soit, et quelle que soit l'opinion à laquelle on se conforme, on ne peut considérer les terrains nummulitiques comme représentant des terrains plus récents que les terrains tertiaires infé-

rieurs. On va voir qu'ils ne peuvent pas non plus représenter des terrains plus anciens.

Les terrains nummulitiques de la Savoie sont subdivisés en deux étages par tous les observateurs, mais ces deux étages paraissent passer insensiblement l'un à l'autre et s'accompagner constamment, de sorte qu'ici il est impossible de reconnaître une limite entre eux (M. Chamousset). L'étage inférieur comprend des calcaires et des grès à Nummulites, le supérieur (flysch) des marnes, grès, calcaires, etc., avec Fucoïdes et empreintes de poissons.

Les roches nummulitiques reposent indifféremment sur les terrains jurassiques, néocomiens, et sur des calcaires à *Inocérames* et *Ananchytes*, qui représentent exactement la craie blanche (M. Murchison); leur indépendance n'est donc pas douteuse, bien qu'il y ait un passage minéralogique insensible entre elles et la craie blanche ou calcaire de Seewen (M. Murchison).

Les fossiles nummulitiques de Savoie sont trop peu connus pour qu'il soit possible de chercher des analogies entre eux et ceux de la France, mais comme ils appartiennent indubitablement à la même époque que ceux du reste des Alpes, ce que nous dirons de ceux-ci leur sera applicable également.

Nous déduisons de ce qui précède : 1^o que les terrains à Nummulites de Savoie sont parfaitement distincts des terrains crétacés; 2^o que, reposant sur la craie blanche et étant distincts de cette dernière, ils doivent représenter les terrains tertiaires; 3^o que leurs limites supérieures dans la série générale des terrains sont moins bien déterminées actuellement, mais que dans tous les cas leurs couches supérieures ne peuvent pas être plus récentes que le gypse parisien, et ne le sont probablement pas plus que le calcaire grossier; 4^o que, par conséquent, ces terrains tiennent dans cette partie des Alpes la place des terrains tertiaires inférieurs, en partie au moins, peut-être en totalité, et que l'état actuel des connaissances géologiques ne permet pas des inductions plus précises.

ALPES DE LA SUISSE.

Dans le bassin du Léman, les couches rouges si développées en Savoie n'ont plus qu'une épaisseur peu considérable; elles sont recouvertes elles-mêmes par une molasse d'eau douce qui représenterait le gypse de la Provence, et au-dessus de laquelle se développent les molasses marines qui acquièrent une si grande puissance dans toute la vallée Suisse (M. Favre). Au-delà du Léman, cette molasse marine paraît seule exister. Plusieurs géologues, et M. Escher de la Linth en

particulier, admettent pourtant qu'elle repose sur une formation d'eau douce qui dès-lors pourrait peut-être représenter les couches analogues de la Savoie et du canton de Vaud. Mais comme ces couches sont considérées par tous les géologues comme n'étant pas plus anciennes que le terrain miocène, et que, d'après M. Studer, la molasse est elle-même souvent représentée par des dépôts lacustres, on doit se rattacher à cette opinion, pour le moment du moins, et admettre que l'étage du gypse et des couches rouges ne dépasse pas le bassin du lac de Genève.

Quant à la molasse marine elle-même, elle est extrêmement développée dans la grande vallée Suisse, s'enfonce sous forme de golfes dans les vallées du Jura, et se trouve redressée jusqu'à des hauteurs de 2,000 mètres sur le flanc des Alpes. Cette molasse passe vers le haut à des poudingues (*nagelstuh*) avec lesquels elle alterne, et le tout supporte des dépôts lacustres réguliers.

L'âge de cette molasse ne paraît pas être établi d'une manière définitive. Par ses fossiles, elle ne peut être plus ancienne que les faluns miocènes de Touraine et du sud-ouest de la France (groupe de Méribnac et Bazas), et M. Murchison avec la plupart des géologues suisses, M. Studer en particulier, pense qu'elle est plutôt pliocène. Peut-être cette formation, qui possède une puissance énorme, offre-t-elle des couches appartenant à ces deux terrains.

Les dépôts dont il vient d'être question étant considérés comme miocènes ou pliocènes, les terrains nummulitiques sont par cela même bien déterminés quant à leurs limites supérieures, et l'étude des Alpes suisses n'ajoute rien à ce que nous avons dit précédemment.

Malgré les bouleversements nombreux et même les renversements qu'ont éprouvés les roches nummulitiques dans les Alpes, l'étude de cette partie du globe est assez avancée, grâce aux nombreux travaux des géologues suisses et à ceux si importants de M. Murchison, pour que l'on soit fixé sur la composition et les relations des diverses assises. Deux étages ont été établis, et il ne paraît plus y avoir de doutes sur leur subordination respective. L'inférieur comprend des calcaires à Nummulites et à fossiles nombreux, le supérieur des roches variables (marnes, schistes, grès, calcaires impurs, etc.), dont l'ensemble est désigné sous le nom de *Flysch*, et qui ne renferment que des empreintes de Fucoïdes (*Fucoïdes intricatus*, *F. Targionii*, *F. æqualis*, etc.) et de poissons. C'est à l'horizon nummulitique, vers la base du flysch, que se rattache le gisement de poissons fossiles de Glaris.

Avant d'étudier les rapports qui existent entre ces terrains et les roches sous-jacentes, nous insistons sur ce fait que, d'après M. Favre,

entre Saint-Jeoire et Samoens (Savoie) le flysch s'étend à la fois sur les couches jurassiques et nummulitiques, de sorte qu'il serait indépendant de ces dernières. Ce fait est presque isolé actuellement; mais s'il venait à être observé dans d'autres localités, il serait d'une excessive importance en ce qu'il tendrait à subdiviser le groupe nummulitique en deux terrains distincts.

Malgré l'aspect ancien des roches nummulitiques des Alpes, la plupart des auteurs les considèrent maintenant comme tertiaires, et on ne peut arriver à un résultat différent pour peu que l'on attache quelque importance aux données paléontologiques. Nous allons voir que les données stratigraphiques conduisent aux mêmes conséquences.

Dans la Suisse centrale, il existe un dépôt calcaire médiocrement développé, mais remarquable par ses caractères minéralogiques et surtout par ses fossiles (*Ananchytes ovata*, *Inoceramus Cuvieri*), qui le placent sur l'horizon de la craie blanche du nord de l'Europe. Ce dépôt, connu sous le nom de *Calcaire de Seewen*, et dont nous avons déjà constaté l'existence en Savoie, supporte dans beaucoup de localités les couches nummulitiques; il y a même souvent passage minéralogique entre eux. Mais ce passage ne peut indiquer une identité d'origine ou d'âge, car on peut voir dans diverses localités de la Suisse les calcaires à Nummulites recouvrir les terrains les plus divers: craie blanche, craie tuffeau, gault, terrain néocomien, calcaires portlandiens, couches oxfordiennes, lias, etc. — Si jamais superposition transgressive fut bien constatée, c'est certainement celle-ci.

Nous sommes donc conduit à admettre que les terrains nummulitiques, quoique ayant été redressés en même temps que les terrains crétacés, en sont indépendants. Il ne peut plus y avoir de doutes que dans les détails, pour certaines couches sans fossiles ou à fossiles peu caractéristiques. Une conséquence forcée de cette conclusion est que les terrains nummulitiques représentent dans les Alpes tout ou partie des terrains tertiaires du nord de l'Europe, puisque la série crétacée est également complète de part et d'autre.

L'étude des subdivisions de détail dont le grand ensemble nummulitique inférieur au flysch peut et doit être susceptible à cause de son énorme puissance, n'a pas été poussée assez loin pour qu'il soit possible de tenter des rapprochements bien rigoureux avec les étages que nous avons reconnus en France; mais d'après les listes de fossiles données pour certaines localités, il ne serait pas impossible qu'il y eût plusieurs assises confondues. Tout ce que l'on peut remarquer pour le moment et pour les gites coquilliers les mieux connus, c'est que les fossiles des Diablerets et la plupart de ceux du canton d'Appenzell paraissent indiquer des analogies assez grandes avec le groupe moyen de

Biaritz et de Bos-d'Arros, tandis que le Ralligstœcke (Berne), à cause de ses nombreux *Orbitolites* et du *Nummulina Ramondi* rappellerait les marnes à Térébratules du bassin de l'Adour et les couches de l'Aude. — Les premières localités peuvent être mises sur l'horizon du calcaire grossier, les dernières peut-être représenteraient les sables inférieurs du bassin de Paris.

— L'étude des Alpes suisses nous fait voir : 1° que les terrains nummulitiques sont réellement tertiaires puisqu'ils sont plus récents que la craie blanche et qu'ils en sont indépendants; 2° qu'ils se subdivisent en deux étages, calcaires à Nummulites et flysch, séparés peut-être par une transgression de superposition; 3° que leurs limites supérieures sont bien nettes malgré quelques passages minéralogiques locaux à la molasse miocène, puisqu'il y a absence de tous les terrains qui, ailleurs, sont intercalés entre la molasse et le calcaire grossier; (1) 4° qu'ils paraissent représenter toute la partie inférieure du terrain éocène et peut-être même ce terrain complet y compris le gypse.

ALPES DE LA BAVIÈRE ET DE L'AUTRICHE.

Dans le canton d'Appenzell, entre les calcaires correspondant à la craie blanche et la base des terrains à Nummulites, se développe une couche marneuse à grains verts associée à des schistes et qui renferme de nombreux individus d'*Ostrea vesicularis*; cette couche augmente de puissance vers l'E. et le N.-E., et atteint une épaisseur assez grande dans la vallée de l'Iller, près Sonthofen. Elle consiste en schistes argileux recouverts par des grès verdâtres et des calcaires impurs, et concorde parfaitement avec la craie sous-jacente et les strates nummulitiques. M. Murchison la considère comme formant le passage du terrain crétacé au terrain nummulitique, de sorte qu'en Bavière ces deux terrains seraient moins distincts qu'en Suisse et en France.

Le terrain crétacé est assez complet dans cette partie de l'Allemagne; on y trouve les assises néocomiennes inférieures et supérieures, le gault, le grès vert et la craie blanche représentée par des calcaires blanchâtres compactes, chlorités (Sewer-Kalk), quelquefois rouges comme la *Scaglia* d'Italie et atteignant une épaisseur considérable. Ces calcaires qui passent inférieurement au grès vert sont recouverts par les couches à *Ostrea vesicularis* dont nous venons de parler, et celles-ci passent graduellement aux calcaires nummulitiques ferrugineux et

(1) C'est-à-dire que ces couches manquent, au moins avec les caractères qu'elles présentent en Provence, de sorte que si le gypse y est représenté, il doit l'être par le flysch.

chlorités; ceux-ci sont surmontés eux-mêmes par des schistes, des grès et des calcaires représentant le flysch, et caractérisés comme en Suisse par les *Fucoides Targionii* et *F. intricatus* (Murchison).

La transgression de superposition qui nous avait démontré en Suisse l'indépendance des terrains nummulitiques malgré leur passage minéralogique à la craie blanche n'est point signalée en Bavière, mais cette absence de documents ne prouve point qu'elle n'existe pas. Du reste, en admettant avec M. Murchison le passage ou plutôt la continuité de dépôt entre la craie blanche et les terrains nummulitiques, on ne prouverait point que ceux-ci ne doivent pas former un terrain indépendant, car l'idée de l'indépendance d'un terrain n'implique point de toute nécessité sa discordance ou sa distinction parfaitement nette avec les terrains sous-jacents sur toute l'étendue du globe. Il suffit que cette indépendance soit constatée en d'autres lieux et que le terrain ait des caractères propres qui le distinguent nettement de ceux auxquels il a succédé, pour que son individualité puisse être admise, car les causes quelles qu'elles soient qui ont produit cette démarcation peuvent bien ne pas avoir agi sur tout le globe avec la même intensité, et dès-lors, il peut y avoir en certains lieux une transition plus ou moins complète ou une séparation plus ou moins tranchée. Toujours est-il que si en Bavière il y a un passage minéralogique insensible entre les terrains créacés et le terrain nummulitique, ce passage n'existe point entre les faunes, car on ne retrouve point dans les assises à Nummulites les fossiles du Sewer-Kalk; enfin l'*Ostrea vesicularis* appartient aussi bien à la craie blanche qu'au terrain nummulitique, et de ce que l'on n'a pu trouver encore des raisons plausibles pour décider si les couches qui renferment ces fossiles en Bavière appartiennent à la craie ou à l'horizon nummulitique, il ne s'ensuit point qu'on doive considérer ce dernier comme appartenant à la période créacée.

Vers Salzburg, les roches nummulitiques sont représentées par des grès fossilifères surmontés par des grès à Fucoides, et ces deux groupes se prolongent vers l'Autriche où ils sont très-développés. M. de Morlot, qui les a décrits, considéra d'abord le grès de Vienne comme contemporain du flysch et du macigno des Alpes; d'après lui, ce grès recouvre constamment depuis l'Autriche jusqu'en Suisse les assises nummulitiques, et le tout est éocène. Le même géologue renonça plus tard à cette manière de voir qui concordait si bien avec les résultats obtenus par les géologues Suisses: le grès de Vienne devint du lias ou une dépendance des marnes irisées; la superposition du calcaire à Nummulites admise tout-à-l'heure comme visible sur une grande étendue serait une apparence trompeuse. Il reconnaît pourtant que les fossiles des calcaires nummulitiques ont leurs analogues

dans le calcaire grossier parisien, de sorte qu'il revient ici à sa première opinion.

D'après M. Murchison, ces incertitudes proviennent de ce qu'il existe un grès inférieur aux couches jurassiques et dont les caractères sont les mêmes que ceux des grès réellement supérieurs au terrain nummulitique. Une erreur du même genre se produirait dans le bassin de l'Adour si l'on voulait voir le représentant du flysch dans les couches à Fucoïdes de Bidache, qui sont bien réellement crétacées et qui ont pourtant beaucoup de ressemblance minéralogique avec certaines roches de l'horizon du flysch.

Les couches correspondant à la craie blanche, ou Sewer-Kalk, se prolongent vers l'Autriche, mais en changeant de caractères pétrographiques : elles se transforment en marnes rouges ou grises, et plus loin en argiles schisteuses, marnes et calcaires impurs fossilifères. Ce sont ces calcaires qui supportent presque toujours les grès nummulitiques. Comme on le voit, la délimitation de ces derniers n'est pas bien nette inférieurement.

Les grès ferrugineux du Kressenberg, si connus par les nombreux fossiles qu'ils ont fournis, sont recouverts par le flysch et reposent sur des grès verts marneux de l'âge du gault, de sorte qu'ici la craie manque, ce qui dénote une indépendance des terrains nummulitiques qui n'avait pas pu être reconnue ailleurs. Les fossiles du Kressenberg rapportés par Al. Brongniart, Bronn et M. Deshayes au terrain éocène, nous paraissent avoir leurs analogues dans les couches moyennes de Biaritz, et nous retrouvons en effet ici plusieurs des fossiles caractéristiques de ces couches (*Serpula spirulæa*, *Echinolampas ellipsoïdalis*, *Chama calcarata*, etc.). Il en est de même de la localité de Mattsee, qui renferme les mêmes fossiles. La comparaison des espèces provenant de ces localités avec celles du bassin de Paris, tendrait à les mettre sur l'horizon du calcaire grossier.

Nous concluons de ce qui précède : 1° que la division du terrain à Nummulites en deux étages se poursuit en Bavière et en Autriche; 2° que ces terrains sont bien délimités supérieurement puisqu'ils ne sont recouverts que par les molasses miocènes ou pliocènes en superposition transgressive; 3° que leurs limites inférieures sont moins tranchées, mais que malgré les passages minéralogiques qu'on observe avec la craie blanche, la ligne de démarcation ne paraît pas manquer complètement.

VÉNÉTIE ET LOMBARDIE.

Les terrains nummulitiques du Vicentin, décrits par Al. Brongniart, et rapportés au terrain tertiaire inférieur par lui et par MM. Sedgwick

et Murchison, Lyell et Elie de Beaumont, peuvent être considérés comme le type des terrains de cette époque sur le versant méridional des Alpes. Quoique plusieurs géologues se soient éloignés de l'opinion émise primitivement, on va voir qu'il y a plus de raisons pour les considérer comme éocènes que comme crétacés.

La composition de ces terrains est assez variable ; en général, et surtout dans le Vicentin, ce sont des alternances de calcaires et de roches trappéennes qui se présentent sous la forme de brèches ou d'aggrégats (Al. Brongniart). Dans les monts Euganéens, ce sont des marnes, grès, calcaires à grains verts, traversés par des filons trachytiques et basaltiques (A. de Zigno). — Le terrain nummulitique est donc représenté ici par des alternats de calcaires et de tuf ou pépérino trappéen, dont l'origine doit être attribuée à des déjections volcaniques contemporaines et sous-marines, déjections dont les produits ont été stratifiés par les eaux. (1) Vers la base il y a dans plusieurs endroits des bancs charbonneux. Le flysch est moins distinct du groupe inférieur que dans les pays dont il a été parlé précédemment, mais cependant on peut encore trouver son représentant dans les couches de grès, de marnes et de calcaires schistoïdes qui sont associés aux parties supérieures de la série nummulitique, et qui constituent ce que les géologues italiens nomment *macigno*.

Dans les provinces Lombardo-Vénitiennes, les couches nummulitiques ont pour substratum la *scaglia* ou calcaire généralement rouge qui renferme des *Inocérames* et l'*Ananchyles ovata*, et représente par conséquent l'étage de la craie blanche. La *scaglia* elle-même recouvre les calcaires blancs compactes à silex (*biancone*) qui appartiennent au terrain néocomien inférieur. M. Pasini croit qu'il y a discordance de stratification entre la *scaglia* et les assises nummulitiques ; mais, d'après M. Murchison et les autres géologues, il y a concordance complète et même passage minéralogique sur plusieurs points, d'où il faut inférer que les terrains nummulitiques sont ici moins distincts que dans d'autres pays de la craie sous-jacente, au moins stratigraphiquement ; mais la différence de composition minéralogique et la dissemblance des faunes ne permettent pas, de l'avis de la plupart des géologues, de confondre ces deux terrains qui sont bien séparés dans d'autres parties des Alpes.

Supérieurement, les assises à Nummulites sont terminées par une lacune considérable dans la série des dépôts, puisqu'on ne voit plus

(1) Il devait se passer là quelque chose d'analogue à ce que l'on a pu observer de nos jours dans la formation de l'île-Julia, dont M. Constant-Prévost a donné une description si complète et si importante pour la géologie générale.

paraître au-dessus d'elles que les sédiments miocènes inférieures ou pliocènes, bien qu'il y ait passage, selon M. Pareto, entre elles et la molasse miocène. Cette dernière observation est importante à noter, et nous aurons occasion d'y revenir en parlant des environs de Turin.

Le peu de netteté de la séparation des terrains nummulitique et crétacé dans le Vincentin et les contrées voisines a été la cause première du désaccord des géologues relativement à leur classement; quelques-uns, exclusivement préoccupés des relations stratigraphiques, ont pensé qu'ils appartenaient encore au terrain secondaire, tandis que toutes les recherches paléontologiques tendraient au contraire à les faire rentrer dans les terrains tertiaires. Des renversements de couches ont contribué à compliquer la question, et ont été donnés quelquefois comme des relations normales; mais tout ce que nous avons dit jusqu'ici concourt du reste à prouver l'indépendance des terrains nummulitiques, quoique cette indépendance ne soit pas bien évidente dans la Lombardie. Enfin, une nouvelle cause de confusion réside dans la présence de *Fucoïdes* dans les vrais terrains crétacés, et ces *Fucoïdes*, qui n'ont pas pu être nettement distingués de ceux du macigno, ont pu faire supposer que la formation à laquelle appartient cette dernière roche dépendait du terrain crétacé qui, dès-lors, comprendrait dans sa partie moyenne tous les dépôts à Nummulites. Nous insistons particulièrement sur ce fait qui nous semble donner la clé d'une partie des oscillations qui se sont produites dans les opinions des géologues.

En examinant les listes de fossiles données pour quelques-unes des localités de la région qui nous occupe, nous avons été conduit à penser que le Monte-Viale représentait les sables inférieurs du bassin de la Seine à cause du *Crassatella sulcata* et du *Neritina conoidea*, et que quelques couches peut-être étaient plus récentes et assimilables au calcaire grossier, à cause des *Cerithium giganteum* et *C. hexagonum*.

Au Kalisberg, près Trente, on trouve un assez grand nombre d'espèces caractéristiques des sables du Soissonnais (*Neritina conoidea*, *Voluta ambigua*), et des Corbières (*Lucina corbarica*), tandis que d'autres espèces appartiennent à l'horizon le plus supérieur de l'Aquitaine, et tendraient à faire supposer que cet horizon existe ici également (*Eupatagus ornatus*, *Echinolampas subsimilis*).

A Bassano, il y a plusieurs espèces du calcaire grossier (*Fusus longævus*, *F. intortus*).

La localité célèbre de Ronca offre un mélange analogue de fossiles des sables inférieurs et du calcaire grossier, et je signalerai comme très-digne de remarque la présence dans les faluns bleus et le calcaire à Astéries de l'Aquitaine de plusieurs espèces de cette localité, fait qui avait déjà attiré l'attention de M. de Basterot. Je pense donc qu'il ne

serait pas impossible qu'à Ronca même il y eût plusieurs horizons distincts, et que l'on y trouvât même les dépôts nummulitiques les plus récents.

Quant aux couches à poissons de Monte-Bolca, elles sont évidemment intercalées dans la partie supérieure des terrains nummulitiques. Les espèces étant toutes spéciales à cette localité, ne fournissent aucune indication, mais comme l'a fait remarquer M. d'Archiac, plusieurs genres sont propres jusqu'à ce jour au terrain tertiaire, de sorte qu'il ne paraît pas exister de raisons valables pour les considérer avec M. Agassiz comme crétacés.

— En somme, quoique l'étude des provinces Lombardo-Vénitiennes ne nous ait pas révélé de faits stratigraphiques bien décisifs, nous pensons que les terrains nummulitiques y constituent un ensemble parfaitement tranché, surtout sous le rapport zoologique, et que les formes organiques des terrains secondaires ne se sont pas perpétuées pendant leur dépôt. Ce fait seul indique une individualité réelle, et cette individualité, combinée avec les relations stratigraphiques un peu vagues il est vrai, dans ces contrées, mais très-nettes ailleurs, forme un ensemble de preuves qui ne permet pas de révoquer en doute l'âge tertiaire de ces terrains.

MILANAIS.

M. de Collegno divise les terrains crétacés de ce pays en quatre étages qui sont de bas en haut : 1^o poudingues à Hippurites ; 2^o grès à Fucoïdes ; 3^o calcaires à Nummulites ; 4^o marnes bigarrées.

Les poudingues à Hippurites passent vers le haut aux grès à Fucoïdes, et on peut voir ceux-ci en relation avec le terrain nummulitique dans le Brianza et la vallée de l'Adda. Vers le haut, les calcaires à Nummulites alternent avec des marnes micacées à Fucoïdes, de sorte qu'il y a liaison avec l'assise supérieure marneuse qui renferme beaucoup de Fucoïdes à Varese, etc. ; ces assises sont recouvertes elles-mêmes par des calcaires renfermant aussi des empreintes végétales.

Je dois à l'obligeance de M. Cornalia, de Milan, un certain nombre d'échantillons de roches et de fossiles de la Brianza, de sorte qu'en les comparant aux descriptions de M. de Collegno, je suis arrivé aux résultats suivants : Les poudingues renferment l'*Acteonella gigantea*, d'Orb., de la craie chloritée, et des Hippurites qui sont rapportées par les géologues de Milan à *H. bioculata*, qui appartient probablement au troisième étage de l'Aquitaine. Au-dessus viennent les grès et calcaires dans lesquels on trouve (à Viganò, etc.) des Fucoïdes qui m'ont paru

en tout semblables à ceux de Bidache (Basses-Pyrénées); de sorte que les poudingues représenteraient alors l'étage inférieur de la craie du bassin de l'Adour, et les grès impressionnés l'étage moyen. Il y a aussi, dans la Brianza, à Rogeno, Tregolo, etc., des calcaires gris terreux dont ne parle point M. de Collegno, et qui renferment les *Inoceramus Cuvieri* et *I. crispus*, de sorte que ces calcaires, qui représentent ici la *scaglia* ou craie blanche, complètent d'une manière heureuse la série des dépôts, et la rendent parfaitement comparable à celle de l'Adour.

Les terrains nummulitiques, d'après M. de Collegno, reposent en plusieurs points de la Brianza sur les grès à Fucoides, de sorte que sur ces points la *scaglia* manquerait; comme la place de cette *scaglia* est entre les grès et les assises nummulitiques, il s'ensuit que celles-ci sont en transgression de superposition sur les grès impressionnés.

Il y aurait donc deux horizons de Fucoides dans le Milanais, le premier qui se rapporterait au grès vert, le deuxième qui jouerait le même rôle que dans les Alpes, c'est-à-dire appartiendrait au flysch, qui serait représenté ici par les marnes bigarrées supérieures. Ces conclusions ne seraient point détruites par la ressemblance des formes entre les Algues des deux niveaux, car on sait combien est difficile la détermination de ces végétaux, à l'état fossile surtout.

La délimitation supérieure des terrains nummulitiques paraît très-nette, suivant M. de Collegno, puisqu'on ne trouve plus au-dessus d'eux que les marnes subapennines.

L'absence de listes de fossiles nummulitiques du Milanais ne permet aucune induction paléontologique.

PIÉMONT.

Les assises nummulitiques de Gassino passent insensiblement à la molasse miocène, et celle-ci même aux argiles subapennines, d'après M. Sismonda et aussi d'après une note manuscrite que M. Bellardi a bien voulu nous communiquer. Cependant, d'après MM. de Collegno et Sismonda, il y a discordance de stratification entre les assises nummulitiques et le Nagelfluh miocène. Il ne semble pas d'ailleurs que la séparation soit beaucoup plus nette entre ces deux terrains que celle qui existe dans beaucoup de localités entre le premier et les assises crétacées. Au reste, les fossiles de Gassino se rapportent au grand horizon nummulitique, et il n'y a pas de raisons pour les faire crétacées. Le substratum des assises qui les contiennent n'est pas visible en Piémont.

ALPES MARITIMES.

M. L. Pareto avait établi, dès 1844, que, du cap de la Mortela au col de Tende le terrain crétacé inférieur était représenté par des calcaires à Nummulites, et le terrain crétacé supérieur par des macignos et des calcaires à Fucoïdes. Ces derniers s'étendraient d'après lui d'un côté sur le calcaire à Nummulites, de l'autre sur le terrain jurassique, et seraient par conséquent transgressifs sur le premier.

M. A. Sismonda admit d'abord que les fossiles des calcaires inférieurs au macigno devaient les faire rapporter au terrain éocène, mais dans son grand Mémoire publié en 1847, il revint sur cette opinion et rattacha les calcaires à Nummulites à la partie inférieure de la craie blanche, dont le macigno serait alors l'assise supérieure.

Depuis, M. A. Sismonda, adoptant les opinions émises déjà par M. Pareto, en 1845, admit deux horizons nummulitiques distincts, l'un inférieur, l'autre supérieur au macigno. (1) Le premier, caractérisé par des Nummulites larges et bombées, serait crétacé, et le deuxième seul renfermerait des fossiles tertiaires et recouvrirait le précédent transgressivement. Pour l'étage supérieur, dit le professeur de Turin, à moins de renverser tout l'édifice fondé en géologie sur la stratigraphie et la paléontologie, on ne peut s'empêcher de le considérer comme éocène. Le soulèvement Pyrénéo-Apennin se serait produit entre le terrain crétacé et le terrain tertiaire.

Cette opinion, qui conduit à des résultats analogues à celle émise par Tallavignes pour les terrains de l'Aude, tendrait à faire adopter des résultats contradictoires; car, ainsi que nous l'avons vu, et ainsi qu'il résulte des observations de M. Leymerie, le soulèvement des Pyrénées ne s'est pas produit au milieu de la période de dépôt des sédiments nummulitiques, mais après, et c'est aussi à cette conclusion que nous avons été conduit par nos recherches sur le bassin de l'Adour. Si la postériorité du soulèvement Pyrénéen aux dépôts nummulitiques est réelle en France, elle doit l'être aussi en Italie, car on ne peut admettre que ce soulèvement se soit produit pendant le dépôt d'un terrain dans un pays, et après le dépôt du même terrain dans un autre.

Du reste, M. A. Sismonda ne donne aucune coupe, aucune description à l'appui de sa manière de voir, d'après laquelle il détruit lui-même les résultats auxquels il était arrivé en 1847, époque où il considérait les calcaires à Nummulites comme inférieurs au macigno. Mais dans ses descriptions mêmes, nous trouverons certains faits qui tendent à

(1) *Bull.*, 2^me série, t. X, p. 17. 1852.

infirmer ses conclusions. D'après lui, en effet, le groupe nummulitique inférieur, qu'il considère comme crétacé, recouvre en quelques endroits (col de Tende, etc.), les couches jurassiques métamorphosées, tandis qu'en Savoie et dans plusieurs localités des Alpes maritimes (vallée du Var, col de Braus, etc.) il repose sur la craie blanche. Sa superposition est donc transgressive sur celle-ci, et l'on doit le considérer comme en étant indépendant, contrairement aux conclusions de M. Sismonda.

D'un autre côté, M. Bellardi a démontré que dans le comté de Nice, à la Penne et au Puget, le macigno est supérieur aux couches nummulitiques qui renferment précisément les fossiles tertiaires, et M. Peréz est arrivé au même résultat pour la coupe de Belenda.

Nous ne pouvons donc adopter l'opinion de M. Sismonda en l'absence de toute preuve suffisante, et même cette opinion fût-elle démontrée vraie, elle ne ferait qu'indiquer que le macigno ou une roche analogue est intercalée dans la formation nummulitique, et non que la partie inférieure de celle-ci soit crétacée. Nous continuerons par conséquent à admettre que le macigno est supérieur au grand ensemble à Nummulites.

M. Sismonda place à la base de son étage nummulitique tertiaire des bancs de conglomérats serpentineux, dans lesquels sont intercalés les gisements de lignite de Cadibona, etc., qui renferment des débris d'*Anthracotherium*. Ceux-ci descendraient donc jusqu'aux couches inférieures éocènes, au lieu d'être miocènes, comme le pensent beaucoup de géologues. Il me semble, dès-lors, qu'on pourrait considérer ces lignites, qui forment des amas intercalés dans la base des terrains nummulitiques sur tout le versant méridional des Alpes, comme exactement parallèles à ceux de Provence, dont l'isolement et la grande puissance sont encore inexplicables et semblent même contradictoires.

Il paraît que la délimitation supérieure du terrain à Nummulites n'est pas très-nette dans les Alpes maritimes, puisque M. Sismonda nous apprend qu'il y a passage insensible entre sa formation supérieure ou éocène et les terrains miocènes, mais qu'il a cependant constaté une discordance de stratification dans la vallée du Tanaro. Il y aurait donc plus de raisons encore pour considérer ces terrains comme tertiaires que pour les faire crétacés.

M. Bellardi ⁽¹⁾ a décrit ou mentionné 362 espèces de fossiles dans le comté de Nice. Sur ce nombre, 21 espèces ou près de 6 p. 100 se retrouvent à Pau, 47 ou 12 p. 100 à Biarritz, et seulement 19 ou 5 p. 100 dans les Corbières. Les espèces les plus caractéristiques de l'Aude (*Neritina conoidea*, etc.) n'existent pas dans le comté de Nice,

(1) *Mém. de la Soc. géolog.*, 2^me série, t. IV, p. 203. 1852.

tandis qu'au contraire on y rencontre celles qui caractérisent le mieux les gisements de l'Adour, même celles des assises les plus supérieures (*Serpula spirulæa*, *Eupatagus ornatus*, *Echinolampas ellipsoidalæ*, etc.). Nous pensons donc que les gisements des environs de Nice correspondent aux couches du bassin de l'Adour, et que les assises à *Eupatagus* doivent même s'y retrouver.

Parmi les 112 espèces mentionnées comme étant identiques avec des espèces parisiennes, on retrouve les formes les plus caractéristiques du calcaire grossier (*Cerithium giganteum*, *Fusus Noæ*, *Fusus intortus*, *Hipponix cornu-copiæ*, *Melania costellata*, *Natica cepævæ*, *Delphinula calcar*, *Corbula gallica*, *Venus nitidula*, *Cardita acuticosta*, *C. angusticosta*, *Corbis lamellosa*, etc., etc.), tandis que les espèces des sables inférieurs manquent à-peu-près complètement. Ces observations concordent avec celles que nous avons déjà faites, et tendent à faire considérer les couches des Corbières comme plus anciennes que celles du bassin de l'Adour.

En attendant que M. Sismonda ait résolu la question du classement des terrains nummulitiques des Alpes maritimes par des coupes et des descriptions détaillées, nous poserons les conclusions suivantes :
 1° Le terrain nummulitique est séparé de la craie blanche par une transgression de superposition ; — 2° ses parties inférieures à lignites avec *Anthracotherium* représentent les lignites inférieurs d'Aix ; — 3° ses couches constituent un ensemble unique caractérisé par des fossiles principalement éocènes, mélangés de plusieurs espèces miocènes ; — 4° le macigno termine supérieurement cet ensemble.

Il va sans dire que quelques-unes de ces généralités devraient être modifiées dans l'une ou l'autre des opinions absolument contradictoires émises par M. Pareto et M. Sismonda, puisque, pour le premier, le macigno est transgressif sur les terrains nummulitiques, tandis que pour le second, ce sont ces derniers au contraire qui sont transgressifs sur le macigno, celui-ci se liant intimement à un horizon nummulitique crétacé.

ALPES FRANÇAISES.

Les terrains nummulitiques des Alpes maritimes se prolongent dans les départements des Basses et Hautes-Alpes, en conservant une grande puissance, et vont se terminer contre le massif cristallin d'Allevard, qui les sépare de ceux de Savoie, ainsi que l'indique la carte géologique de France. On y retrouve la même subdivision en deux étages que nous avons observée en Piémont et en Savoie. La division inférieure consiste à la base en calcaires gris marneux à Nummulites, etc..

surmontés de marnes bleues avec *Orbitolites submedia*, *Nummulites*, etc., et cette division se maintient avec une constance assez grande. Au-dessous viennent des sables gris-verdâtre ou jaunâtres passant aux grès d'Annot, et à des schistes gris associés à des schistes à Fucoides qui représentent ici l'étage supérieur ou flysch (d'Archiac).

Les assises inférieures reposent généralement sur les calcaires néocomiens et probablement aussi sur la craie tuffeau, et vers le Nord sur les divers étages jurassiques (Pareto). A Vergons, la superposition aux couches néocomiennes est discontinue et même légèrement discordante (d'Archiac). Enfin, d'après M. Pareto, vers Saint-Ours, les macignos, les schistes et les calcaires à Fucoides se prolongent seuls sur les calcaires jurassiques, et il y aurait encore ici une superposition transgressive de cet étage sur le système inférieur.

Dans le département des Hautes-Alpes, les couches inférieures ou grès à Nummulites reposent sur des schistes rapportés au lias ou sur d'autres assises jurassiques, et sur le massif primitif de l'Oisans, ce qui démontre avec la dernière évidence leur indépendance. Quant à leur composition, elles consistent en diverses couches de calcaires, de grès, de schistes et de marnes, le tout renfermant des Nummulites; au-dessus viennent des poudingues qui s'enfoncent sous les schistes et les grès des montagnes d'Orcières et de Chateauroux, et qui tiennent ici la place du flysch.

L'étude des listes des fossiles recueillis dans les Alpes françaises nous porterait à voir dans les couches de Vergons un représentant des couches moyennes de Biaritz, à cause des *Serpula spirulæa*, *Pholadomya Puschii*, etc., tandis que le groupe du Mont-Faudon représenterait peut-être un horizon inférieur, à cause du *Cyrena cuneiformis* des lignites inférieurs du bassin de Paris, et devrait alors être mis en parallèle avec les roches des Corbières.

SICILE.

Les terrains nummulitiques de Sicile ont donné lieu à des discussions pleines d'intérêt à cause du passage qui existe, à ce qu'il paraît, entre eux et les terrains crétacés sous-jacents. — Une nouvelle étude de ces dépôts serait bien utile, car le petit nombre de fossiles qu'on y a indiqués ne permet pas d'arriver à des résultats bien précis.

En 1825, M. Ch. Daubeny⁽¹⁾ hésitait à rapporter au terrain secondaire les calcaires à Nummulites de Sicile, par le seul fait de la pré-

(1) *The Edinb. philos. Journ.*, t. XIII, p. 107 et 254. 1825.

sence de ces fossiles. — M. Constant Prévost, en 1832, ⁽¹⁾ constata la liaison des roches à Hippurites aux roches à Nummulites, ainsi que Fr. Hoffmann ⁽²⁾ qui de plus n'osait pas considérer celles-ci comme précisément crétacées, quoiqu'il inclinât vers cette opinion. ⁽³⁾

En 1844, M. Constant Prévost ⁽⁴⁾ a fourni des renseignements plus complets que ceux que l'on possédait déjà, sur le pays compris entre Syracuse et le cap Passaro situé à l'extrémité sud-est de la Sicile : — 1° sur ce dernier point, les calcaires blancs, durs, qui reposent sur des roches volcaniques anciennes, renferment des Hippurites vers le bas, et sont presque entièrement formés d'Alvéolines (Mélonies) et de Nummulites vers le haut, sans qu'il soit possible d'admettre une séparation entre les dépôts ; — 2° au-dessus se développe un calcaire grossier jaunâtre, à Turbinolies, à fossiles d'aspect tertiaire et vestiges de coquilles cloisonnées à la manière des Rudistes ; — 3° plus haut viennent des marnes blanches crayeuses à fossiles décidément tertiaires ; — 4° ces marnes sont à leur tour surmontées, de Noto à Syracuse, par des calcaires et des marnes renfermant des fossiles de l'assise sous-jacente mêlés à des espèces appartenant normalement aux dépôts coquilliers les plus modernes.

M. de Pinteville ⁽⁵⁾ a considéré les couches à Nummulites et Hippurites comme formant la partie supérieure du terrain crétacé, mais tout récemment M. Vilanova, ⁽⁶⁾ n'ayant pu découvrir au cap Passaro ni Mélonies ni Nummulites, a émis l'opinion que toutes les roches de cette localité devaient rentrer dans le terrain crétacé. — M. Constant Prévost ⁽⁷⁾ s'en est tenu à ses opinions de 1844, et a présenté à la Société géologique des échantillons de calcaires du cap Passaro pétris de Nummulites. — Ajoutons que ces foraminifères avaient été déjà signalés sur ce point par Daubeny, et qu'ils y ont été indiqués également par Fr. Hoffmann.

Tels sont les éléments de la question ; nous allons essayer de les faire concorder avec les notions générales auxquelles nous avons été conduit par nos études précédentes.

M. Constant Prévost n'affirme point d'abord d'une manière absolue

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 1^{re} série, t. II, p. 406. 1832.

(2) *Archiv. für miner de KARSTEN et DECHEN*, t. XIII, p. 311. 1839.

(3) *Rapport de M. AMY BOUÉ. — Bull. de la Soc. géol. de France*, 1^{re} série, t. II, p. 157. 1832.

(4) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^{me} série, t. II, p. 27, pl. I. 1844.

(5) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^{me} série, t. II, p. 33.

(6) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^{me} série, t. XI, p. 82. 1853.

(7) *Idem.*

le mélange entre les Hippurites et les Nummulites, et il a vu les dernières pulluler vers le haut du dépôt, tandis que les Rudistes abondaient vers sa base. Il admet seulement l'unité de sa composition minéralogique et l'impossibilité de le subdiviser en deux groupes. — Mais il faut observer que les Hippurites citées au cap Passaro n'indiquent pas un horizon géologique plus récent que les assises immédiatement inférieures à la craie chloritée, et que c'est sur cet horizon même et non sur celui de la craie blanche qu'il faudrait placer les couches à Nummulites, si on les considérait comme inséparables des bancs à Hippurites. — Dans une deuxième hypothèse, si l'on admettait les deux systèmes comme distincts, bien que s'étant déposés sans interruption, il faudrait supposer que les dépôts nummulitiques se sont effectués ici pendant que se déposaient ailleurs les sédiments de la craie chloritée, de la craie tuffeau, de la craie blanche et de la craie de Maëstricht, que ces mêmes dépôts seraient allés recouvrir plus tard sur d'autres points de l'Europe.⁽¹⁾ Cette supposition, qui assignerait une durée immense au dépôt des terrains nummulitiques, n'ayant d'autre raison d'être qu'une hypothèse improbable, nous semblerait inadmissible, et nous ne nous y arrêterons pas. — Reste donc l'explication qui nous semble la plus rationnelle, celle qui, plaçant les roches à Nummulites sur le même horizon que toutes les roches semblables de la zone méditerranéenne, admettrait qu'il y a eu discontinuité de dépôt en Sicile pendant les périodes crétacées supérieures aux calcaires à Hippurites, bien que par un concours particulier de circonstances les deux systèmes superposés aient pu se trouver minéralogiquement identiques, et qu'il ait même pu y avoir remaniement et mélange de fossiles au contact. Dans cette manière de voir, la continuité serait seulement pétrographique, mais non chronologique ni zoologique. L'intervalle de temps écoulé entre la sédimentation des deux systèmes indiquerait même assez clairement leur indépendance.

Au-dessus des calcaires à Nummulites se développent les calcaires grossiers à Turbinolies, surmontés eux-mêmes par les marnes blanches qui renferment, d'après M. de Pinteville,⁽²⁾ des fossiles pliocènes. Toutes ces assises sont en stratification concordante, de sorte qu'ici la distinction entre les terrains à Nummulites et les terrains tertiaires

(1) La craie blanche se retrouve sur une grande partie du pourtour de la Méditerranée, en Algérie, dans l'Italie septentrionale, en Turquie et jusqu'en Crimée. — Comment expliquerait-on la contemporanéité de cette craie et des sédiments nummulitiques, puisque ces derniers recouvrent partout ailleurs la première, quand ils se rencontrent sur un même point, sans jamais être recouverts par elle ?

(2) *Bull. de la Soc. géolog. de France*, 2^{me} série, t. II, p. 26 et 33. 1844.

supérieurs serait moins nette que dans beaucoup d'autres contrées. Mais il resterait à déterminer le niveau réel des calcaires à Turbinolies et à coquilles univalves d'apparence tertiaire, dans lesquels M. Constant-Prévost signale des fossiles cloisonnés à la manière des Rudistes, fossiles qui, s'ils appartiennent en réalité à cette famille, pourraient bien n'être que des individus remaniés provenant des couches inférieures.

C'est la présence de ces corps ressemblant à des Rudistes qui a fait dire à M. Constant-Prévost qu'il y a passage de la craie aux terrains tertiaires. (1) Il est possible qu'il y ait en effet analogie entre les roches, mais si les fossiles des marnes crayeuses sont réellement pliocènes, il faudrait admettre une lacune dans la succession des dépôts, laquelle correspondrait à toute la durée de la période miocène et à une partie de la période éocène, ou même à cette dernière tout entière, si l'on considérait les couches nummulitiques comme inséparables de celles à Rudistes.—Il nous semble donc qu'on pourrait raisonnablement considérer les terrains nummulitiques comme très-nettement séparés chronologiquement et zoologiquement des terrains tertiaires plus récents. — Toutefois, il est bon d'ajouter que ces conclusions devraient être modifiées s'il venait à être prouvé que les fossiles des marnes blanches sont nummulitiques, que, par exemple, le *Terebratula caput-serpentis* et l'*Ostrea navicularis*, qui y sont cités, ne sont que le *Terebratula tenuistriata* et la variété nummulitique de l'*Ostrea vesicularis*. — Du reste, les documents nous manquent pour pousser nos raisonnements plus loin, et nous n'avons voulu, dans ce qui précède, que fixer l'attention sur les questions intéressantes que soulève l'étude géologique du sol de la Sicile au point de vue des terrains nummulitiques en général.

TURQUIE D'EUROPE.

Les terrains à Nummulites sont très-développés en Turquie; leur composition minéralogique analogue à celle des terrains crétacés sous-jacents dont ils affectent aussi les allures stratigraphiques, les a fait confondre avec eux par les observateurs qui ont exploré ce pays avant que l'attention des géologues ne fut attirée sur la grande question de leur classement.

Il est fort difficile, d'après les ouvrages publiés sur la Turquie, de

(1) Le passage paléontologique entre les formations supérieures, depuis les marnes blanches jusqu'aux dépôts les plus récents semble évident, d'après ce que dit M. Constant-Prévost. — Il n'en est cependant pas de même stratigraphiquement. puisqu'il y a discordance de stratification entre les calcaires tertiaires de Noto et les tufs de Syracuse, qui sont sans doute quaternaires.

tracer une démarcation nette entre les terrains crétacés et les terrains nummulitiques. Cette difficulté provient de ce que les deux auteurs qui ont fourni les seuls renseignements qui soient à notre disposition, MM. Amy Boué et Viquesnel, ont réuni en un même groupe les assises à Hippurites et celles à Nummulites, et que, jugeant cette réunion naturelle, ils n'ont pas beaucoup insisté sur les faits particuliers qui seuls pourraient nous mettre sur la trace de la vérité. — Nous devons dire, du reste, que M. Viquesnel ⁽¹⁾ a combattu lui-même le mélange supposé des Rudistes et des Nummulites, et que M. Amy Boué ⁽²⁾ ne le considère plus que comme accidentel, si toutefois il est bien certain qu'il existe. L'erreur proviendrait de la présence, dans les couches à Rudistes, d'Orbitolites qui ont pu être prises pour des Nummulites.

Les terrains crétacés, très-développés en Turquie, possèdent des caractères assez variables. On n'y a pas indiqué un grand nombre de fossiles; mais, d'après ceux qui sont signalés, on peut admettre que le groupe de la craie tuffeau y est représenté par les couches à *Exogyra columba*, *Hippurites cornu-pastoris*, *H. cornu-vaccinum*, ainsi que la craie blanche par les assises dans lesquelles M. Boué cite des *Ananchytes*, l'*Ostrea vesicularis*, des *Bélemnites*, etc.

Dans la Turquie occidentale, le système à Nummulites est, d'après M. A. Boué, plus simple que le système à Rudistes ⁽³⁾ et s'étend, selon M. Viquesnel, ⁽⁴⁾ à l'ouest d'une bande de calcaire à Rudistes qui se prolonge au S.-S.-E. en Albanie. — Il consiste en une série puissante de bancs calcaires renfermant des couches de calcaire friable, de marne et de grès (Viquesnel). — Les calcaires prennent sur les bords de la mer Adriatique l'aspect de la *scaglia* rouge d'Italie, et contiennent aussi des lits charbonneux et du bitume. « Au pied du Gabar-Balkan, ajoute M. Viquesnel, un calcaire argileux, avec Nummulites, intercalé dans des argiles marneuses, repose en *stratification discordante* sur le calcaire à Rudistes. » L'auteur en conclut que le système à Nummulites est plus récent que le système à Rudistes. — Il y aurait donc ici, entre le terrain crétacé et le terrain tertiaire, une séparation beaucoup mieux accusée que dans la plupart des autres localités où ces terrains sont en contact.

Dans la Turquie orientale et le Balkan, M. A. Boué divise son terrain crétacé en deux systèmes : 1^o système inférieur, comprenant des

(1) *Bull. de la Soc. géolog. de France*, 2^{me} série, t. VII. (Séance du 6 mai 1850.)

(2) *Berichte über die Mittheilung...*, t. III, p. 446. 1847.

(3) *Loc. cit.*, p. 278.

(4) *Journal d'un voyage dans la Turquie d'Europe. — Mém. de la Soc. géol. de France*, t. V, p. 289. 1846.

grès feuilletés à Fucoïdes associés à des marnes avec poudingues subordonnés et des calcaires noirs à Hippurites et Nummulites; 2^o système supérieur ou craie verte et blanche formé à la base de roches arénacées et de calcaires chlorités, et au sommet, de calcaires à silex renfermant des fossiles de la craie blanche de l'Europe occidentale.

D'après ces données, les Nummulites seraient inférieures à la craie blanche, à l'inverse de ce qui se voit dans le reste de l'Europe, et devraient descendre au niveau de la craie tuffeau, contrairement à l'opinion des géologues qui pensent que ces foraminifères appartiennent à la craie supérieure. Du reste, les dernières observations de MM. Boué et Viquesnel ont établi que la prétendue association des Nummulites et des Rudistes était illusoire, et nous sommes ainsi dispensé de toute discussion sur ce sujet.

D'ailleurs, les voyages de Hommaire de Hell et de M. Viquesnel, (1) et les observations plus récentes de M. de Tchihatcheff (2) sur la presqu'île de Thrace, ont démontré que les terrains nummulitiques de Turquie ne différaient aucunement de ceux du reste de l'Europe, et offraient une faune singulièrement voisine de celle des gisements du sud-ouest de la France. Ils consistent en des calcaires blancs, grisâtres ou jaunâtres, des marnes et des grès, reposant sur des schistes devoniens qui les séparent du Bosphore; mais comme il y a aussi vers Kila (3) des grès qui renferment le *Pecten quadricostatus*, (4) et qui par conséquent représentent sans doute les parties supérieures de la craie tuffeau, il en résulterait qu'ils pourraient bien recouvrir également ces derniers sur lesquels ils seraient par conséquent transgressifs. — Sur le littoral septentrional de la mer de Marmara, à l'ouest de Constantinople, ils disparaissent sous une formation lacustre épaisse qui consiste en calcaires tendres renfermant des Cyrènes, Mactres, Hélices, Bulimes, Planorbes, etc., dont l'âge n'est pas bien exactement déterminé, mais qui ne semblent pas être plus anciens que l'époque miocène. Au-dessous de ces assises, on exploite, surtout à Makrikoi, des calcaires employés pour la bâtisse, dans lesquels M. de Tchihatcheff a recueilli de belles empreintes de poissons qu'il est disposé à rattacher à l'horizon nummulitique. D'après les études de M. Valenciennes, ces poissons sont identiques à des espèces du Mont Liban et doivent représenter ici ceux que M. Boué cite au vieux château d'Itschim, au sud d'Alessio (Albanie), et qu'il considère comme dépendant des roches nummuliti-

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^{me} série, t. VII, p. 304. 1850.

(2) *Id.*, 2^{me} série, t. VIII, p. 297. 1851.

(3) HOMMAIRE DE HELL, Notice de M. Viquesnel. *Loc. cit.* 1850.

(4) D'ARCHIAC, *Hist. des progrès de la géologie*, t. V, p. 150. 1853.

tiques ou tertiaires inférieures. ⁽¹⁾ — Sur le littoral de la Mer-Noire, les roches à Nummulites de la Thrace sont recouvertes par des dépôts quaternaires et diluviens.

Dans le reste de la Turquie, et principalement dans la partie occidentale, les terrains qui surmontent les couches nummulitiques consistent en des formations marines de l'époque tertiaire moyenne, renfermant beaucoup d'espèces identiques avec celles du bassin de Vienne, ou bien en des formations lacustres encore plus modernes. Il n'y a donc ici aucune hésitation à concevoir sur la limite supérieure de l'horizon nummulitique.

D'après le peu de documents que nous possédons sur les particularités propres aux dépôts nummulitiques de Turquie, il ne nous est pas possible, comme on peut le concevoir, de reconnaître s'ils présentent ici, comme dans l'Europe occidentale, deux étages distincts. Peut-être pourrait-on trouver des dépôts assimilables au flysch dans les couches qui, d'après M. Boué, renferment des Fucoides. Cet étage du flysch ne paraît pas non plus exister en Crimée, mais comme il est très-développé en Asie-Mineure, il serait fort possible qu'il eût des représentants encore inconnus en Turquie.

Nous ne possédons des notions un peu certaines que sur la faune de l'extrémité orientale de la Turquie, c'est à dire de la presqu'île de Thrace. Hommaire de Hell et MM. Viquesnel et de Tchihatcheff ont rassemblé un certain nombre d'espèces provenant pour la plupart du cap Kara-Bournou, et qui se rapportent principalement à la faune de notre étage moyen du bassin de l'Adour (*Orbitolites sella*, *Nummulina planulata*, *N. Ramondi*, *N. Biaritzana*, *Serpula spirulæa*, *Spondylus subspinosus*, *Ostrea vesicularis*, var.). Une espèce qui paraît être le *Corbis lamellosa* du calcaire grossier de Paris y est aussi signalée.

GRÈCE ET MORÉE.

La géologie de la Grèce ne nous est guère connue que par le grand ouvrage de MM. Boblaye et Virlet, ⁽²⁾ rédigé à une époque où la paléontologie ne pouvait fournir des applications aussi positives que de nos jours. Aussi les terrains créacés et nummulitiques, qui présentent en Morée beaucoup d'analogie sous les rapports pétrographique et stratigraphique, ont ils été confondus par les auteurs, et il nous est malheureusement encore plus difficile que pour la Turquie de déter-

(1) *Ueber Nummuliten-Ablagerungen (Berichte über die Mittheilung...)*, t. III, p. 446. 1847.

(2) *Géologie et minéralogie de l'expédition scientifique de Morée*, in-4^o. 1833.

miner avec quelque précision ce qui appartient à chaque horizon. Aussi ne traiterons-nous ce sujet que d'une manière générale.

MM. Boblaye et Virlet distinguent trois étages dans leurs terrains crétacés, lesquels reposent sans intermédiaire sur des marbres siliceux rapportés au terrain primaire : 1° l'étage inférieur comprend des marnes et des calcaires bleus et noirs, compactes ou un peu saccharoïdes, renfermant des Dicérates, des Radiolites et des Nummulites ; 2° l'étage moyen se subdivise en deux assises : *a*) *premier grès vert*, à grains de feldspath et de jaspe vert, *b*) calcaires compactes et lithographiques ; 3° l'étage supérieur commence par *a*) le *second grès vert*, comprenant des grès, des marnes et des poudingues, et finit par *b*) des calcaires blancs à Hippurites et Nummulites.

Il y aurait donc deux horizons de Nummulites, l'un à la base, l'autre à la partie supérieure des terrains secondaires. Tout cet ensemble de couches est considéré par les auteurs comme se rapportant à la craie inférieure, de sorte qu'il y aurait ici absence de la craie blanche, ce qui ferait descendre les Nummulites au-dessous de l'horizon de celle-ci. Cependant, ce que nous avons vu en Turquie doit faire penser que les prétendues Nummulites de l'un au moins des deux niveaux où elles sont indiquées, l'inférieur, ne sont que des Orbitolites. D'après cela, l'assise supérieure du troisième étage serait seule réellement tertiaire, en partie du moins, et il est à croire que la présence simultanée des Nummulites et des Hippurites provient seulement de ce que les deux subdivisions n'ont pas été distinguées, et ne pouvaient l'être en effet, d'après les considérations stratigraphiques seules. Ce qui nous porte à croire que le système nummulitique est ici réellement dans sa position normale, c'est que MM. Boblaye et Virlet le considèrent comme formant l'assise crétacée la plus supérieure, ce qui fait présumer qu'ils ont pu constater directement sa superposition aux autres étages.

Quant au niveau réel des assises crétacées, on possède bien peu de données pour le déterminer. L'*Hippurites bioculata* (Boblaye et Virlet) et l'*H. cornu-raccinum*, ⁽¹⁾ cités comme très-abondants en Béotie, placent quelques-unes de ces assises sur l'horizon des parties moyennes de la craie tuffeau.

L'absence complète de documents sur la faune nummulitique de la Grèce, ne nous permet pas de comparaisons avec les autres parties de l'Europe.

ÉGYPTE.

Dans la vallée du Nil, les terrains crétacés et nummulitiques, généralement peu inclinés si ce n'est au voisinage des roches ignées.

(1) LANDERER, *Neu. Jahrb.* p. 513. 1848.

plongent dans le sens du cours de l'eau, de telle sorte qu'en remontant le fleuve on voit se succéder des couches de plus en plus anciennes.

M. Russegger ⁽¹⁾ a parfaitement distingué des terrains crétacés les assises à Nummulites, qu'il a décrites sous la dénomination de *calcaires tertiaires et marnes*. — D'après ce savant, ces calcaires commencent à Syout et s'étendent vers le Nord jusqu'au Caire, où ils se bifurquent en deux massifs qui bordent au Sud le Delta.

Les terrains crétacés ont une composition assez simple et ont été subdivisés par la plupart des auteurs, notamment par M. Russegger et par Newbold ⁽²⁾ en deux grands étages : 1° L'étage supérieur (*Calcaire marin inférieur*, Newb. — *Craie*, Russegg.) commence à paraître au-dessous des terrains nummulitiques vers Syout, et s'étend jusqu'à Esneh. Il comprend des calcaires terreux blancs avec nodules et lits de jaspe et d'agate; — 2° l'étage inférieur (*Grès inférieur*, Newb. — *Grès crétacé de Nubie*, Russegg.) apparaît au-dessous de la craie à Esneh, et se prolonge vers le Sud et dans la Nubie, s'appuyant sur les granites et les syénites, à Assouan (Syène), etc. — Il consiste en grès plus ou moins fins associés à des marnes.

Divers fossiles, tels que des Ammonites, des Hippurites, etc., ont été indiqués dans ces terrains, mais sans déterminations spécifiques. Les grès de Nubie ont été rapportés au Quadersandstein inférieur d'Allemagne ⁽³⁾ par M. Ehrenberg, ⁽⁴⁾ ainsi que par M. Russegger et par M. Lefèvre. ⁽⁵⁾ Quant à l'étage supérieur, il a été assimilé à la craie par tous les auteurs, et M. Ehrenberg considère les calcaires dont il est composé comme formés de carapaces d'infusoires, de même que la craie d'Europe.

Les terrains nummulitiques (*Calcaire marin supérieur*, Newb. — *Calcaire tertiaire et marnes*, Russegg.) reposent donc en Égypte sur des couches qui paraissent devoir être considérées comme de l'âge de la craie blanche. Ils comprennent des calcaires plus ou moins durs, compactes ou cellulés, gris, fuligineux ou fauves, pétris de Nummulites. — Dans les collines de Mokattam, à l'est du Caire, ils renferment beaucoup de fossiles, notamment *Neritina conoidea*, *Conoclypus conoideus*, *Echinolampas subsimilis*.

(1) *Reisen in Europa, Asien und Africa*, t. II, 1842.

(2) *On the geology of Egypt*. — *Proceed. geol. Soc. of London*, t. III, 1843. — *Quart. Journ. id.* 1848.

(3) MM. Figari et Husson rapportent au trias les marnes de cet étage. — *Bull. de la Soc. de géographie*, 3^{me} série, t. IV, p. 353; t. V, p. 32, et t. VI, p. 111. 1846.

(4) *London, Dublin philos. magaz.*, t. XVIII, p. 394.

(5) *Bull. de la Soc. géolog. de France*, 1^{re} série, t. X, p. 144. 1839.

M. Bellardi a publié (1) une liste de 118 espèces provenant des terrains nummulitiques d'Égypte et appartenant au Musée de Turin. Sur ce nombre, 54 espèces étaient déjà connues, et parmi elles 24 se retrouvent aux environs de Nice. Les analogies sont donc très-grandes avec cette dernière localité, mais cependant il y a en Égypte un certain nombre d'espèces qui semblent indiquer un horizon un peu inférieur. Nous retrouvons ici, en effet, plusieurs espèces des sables inférieurs du Soissonnais (*Lucina contorta*, *Venericardia multicos-tata*, *Ostrea multicos-tata*, *Neritina conoidea*).

Il est donc certain que les terrains nummulitiques d'Égypte présentent la plus grande analogie avec ceux de l'Europe. Leur superposition à la craie est évidente, mais il ne paraît pas qu'ils en soient très-distincts stratigraphiquement, et ils sont en parfaite concordance de stratification avec elle. Ici encore la considération des faunes est de toute nécessité pour leur distinction. Quant à leur réunion à la craie, on a vu par les observations de M. Russeger qu'elle n'avait aucune réalité.

Le terrain nummulitique de la vallée du Nil est recouvert souvent à stratification très-discordante (Lefèvre) par des grès tertiaires qui paraissent assez modernes (*Grès supérieur*, Newb.), et qui se prolongent de la Méditerranée jusqu'en Abyssinie. La délimitation supérieure des assises nummulitiques est donc parfaitement tranchée.

ESPAGNE.

C'est surtout aux belles recherches de M. de Verneuil et de ses collaborateurs que l'on doit la distinction nette et précise des terrains nummulitiques de la Péninsule espagnole, et des terrains crétacés auxquels ils avaient été presque toujours réunis. Le dernier résumé publié par MM. de Verneuil et Ed. Collomb (2) a trop bien établi des faits analogues à ceux que nous avons cherché à mettre en lumière dans nos études précédentes, pour que nous ayons ici à faire autre chose qu'à rappeler les principaux résultats et à chercher à établir quelques comparaisons avec les dépôts du versant pyrénéen français.

« La géographie du terrain nummulitique en Espagne présente cela de particulier, disent les géologues que nous venons de citer, qu'il ne pénètre pas dans l'intérieur du pays : il borde sa frontière Nord sur une grande étendue et sans solution de continuité ; puis ses dépôts disparaissent pour se montrer de nouveau à une grande distance

(1) *Bull. de la Soc. géolog. de France*, 2^me série, t. VIII, p. 262. 1851.

(2) *Bull.* 2^me série, t. X, p. 79. 1852.

» au Sud, dans la province d'Alicante et un peu en Andalousie, en se
 » maintenant sur les bords de la mer (p. 85). »

« Les dépôts crétacés et nummulitiques, disent-ils plus loin (p. 187),
 » ne nous ont pas offert entre eux de discordance directe. Cependant,
 » on ne saurait douter qu'il n'y ait eu un bombement du sol à la fin de
 » la période crétacée. C'est de cette époque que date l'émergence de la
 » plus grande partie de la Péninsule, dans l'intérieur de laquelle la
 » mer ne paraît plus être rentrée. »

Mais s'il y a défaut de discordance immédiate, il y a d'un autre côté une transgression de superposition des plus remarquables, et qui, aussi bien que la distribution géographique des terrains nummulitiques, ne peut laisser de doute sur leur indépendance des terrains crétacés. Ils reposent à Vich sur le granite; au Mont-Serrat sur des schistes ardoisiers très-anciens; à San-Juan-de-las-Abadesas, sur des schistes houillers; au nord d'Huesca, sur les assises crétacées du troisième étage de la craie tuffeau à *Radiolites lombricalis* et *R. Ponsiana*; enfin à San-Vicente-de-la-Barquera, sur la craie supérieure à *Micraster cor-anguinum*.

La bande nummulitique septentrionale, dont les limites ont été très-bien tracées sur la grande carte géologique de France de MM. Dufrenoy et Elie de Beaumont, s'étend de Gerona (Catalogne) à Vitoria (Navarre), et se prolonge dans la Biscaye et les Asturies, sans s'éloigner beaucoup du littoral. Elle est bornée au Nord par une bande crétacée sur laquelle elle s'appuie, et au Sud elle s'enfonce sous les formations lacustres miocènes de la vallée de l'Ebre. Les roches qui entrent dans sa composition sont principalement des grès et des conglomérats.

Vers la partie orientale de la bande, au Mont-Serrat (Catalogne), les couches sont peu inclinées; elles sont formées par des marnes et des grès à *Nummulina Biaritzana*, *Eupatagus ornatus* et *E. elongatus*. Entre San-Juan-de-las-Abadesas et les mines de houille d'Ogasa, des calcaires marneux à Nummulites sont subordonnés à des marnes bleues à Fucoides alternant avec des grès et rappelant le flysch des Alpes. (1) — Vers sa partie médiane, à Huesca (Aragon), des grès grossiers passant au conglomérat, des argiles et des marnes, renferment les *Nummulina scabra*, *N. granulosa*, *Alveolina longa*, etc. — Dans la partie occidentale, à l'est de San-Vicente-de-la-Barquera, des conglomérats et des calcaires qui paraissent moins anciens que les couches dont il va être question, contiennent *Orbitolites Fortisii*, *Nummulina intermedia*, *N. Lucasiana*, *Ostrea vesicularis*, var. En-

(1) D'ARCHIAC. *Hist. des progrès de la géolog.*, t. V, p. 40. 1853.

fin, entre San-Vicente et Columbres, des calcaires argileux reposant sur les calcaires crétacés supérieurs contiennent beaucoup de fossiles (*Orbitolites Fortisii*, *Nummulina Biaritzana?*, *N. spissa*, *N. spira*, *N. lævigata*, *N. complanata*, *Bourgueticrinus Thorenti*, *Conoclypus conoideus*, *Schizaster rimosus*, *Serpula spirulæa*, *Ostrea gigantea*).

Dans la province d'Alicante, le facies du terrain nummulitique est entièrement calcaire. Il est en couches très-tourmentées et constitue une chaîne de montagnes très-accidentées. MM. de Verneuil et Collomb y citent le *Conoclypus conoideus*, l'*Orbitolites submedia*, le *Nummulina planulata*. Recouvert à l'Ouest par les terrains tertiaires moyens, vers l'Est il est séparé de la mer par des terrains crétacés, triasiques et miocènes. Le substratum est ici le terrain néocomien supérieur et inférieur.

En Andalousie, à l'est de Malaga, et séparés de la mer par une lièvre de terrain miocène, des calcaires blanc-grisâtre, compactes, renferment les *Nummulina Ramondi*, *N. Biaritzana*, *N. spira*, et s'appuient vers le Sud sur des calcaires blanchâtres que M. de Verneuil compare à la scaglia d'Italie. (1) Ici donc les terrains nummulitiques s'appuient sur l'étage supérieur de la craie.

Quoique nous ne possédions encore que peu d'indications sur les fossiles nummulitiques de l'Espagne, nous allons essayer de comparer les principales localités aux divisions que nous avons reconnues sur le versant pyrénéen français. — Les couches du Mont-Serrat contiennent l'*Eupatagus ornatus* et sont par conséquent probablement parallèles à notre étage supérieur, aussi bien qu'aux gisements du comté de Nice à cause de l'*Eupatagus elongatus*. Vers le milieu de la bande, à la Sierra-de-Guarra, les *Nummulina Lucasiana* et *spira* indiqueraient l'étage moyen, tandis que les Alvéolines et le *N. Ramondi* signaleraient un horizon analogue à celui du Mont-Perdu et des Corbières. Le même étage moyen se retrouverait aussi à Columbres, caractérisé par les *Nummulina spissa*, *N. spira*, *N. lævigata*, *N. Lucasiana*, *N. complanata*, *Bourgueticrinus Thorenti*, *Conoclypus conoideus*, *Schizaster rimosus*, *Serpula spirulæa*. (2) Dans le royaume de Valence, l'étage moyen serait seul aussi représenté par les couches à *Nummulina spira*, *Nummulina Biaritzana*, *Serpula spirulæa*, *Conoclypus conoi-*

(1) D'ARCHIAC, *Hist. des progrès.....*, t. III, p. 10. 1850.

(2) M. D.-C. Collette, qui a décrit avec beaucoup de soin les terrains crétacés de la Biscaye (*Reconocimiento geologico del señorío de Vizcaya*. Bilbao. 1848. — et D'ARCHIAC, *Hist. des progrès.....*, t. III, p. 13. 1850, — et t. V, p. 31. 1853), les a divisés en sept étages et a mentionné des Nummulites à plusieurs niveaux. — Le sixième étage, en allant de bas en haut (*Et. de Valmaceda*), renferme le *Mi-*

deus. — Enfin, à Malaga, les *Nummulina Biaritzana* et surtout *spira* indiqueraient encore le même niveau.

Ainsi, dans les Asturies, les terrains nummulitiques paraissent tout-à-fait identiques à ceux de Biaritz, et se sont déposés sans doute dans la même mer. — En Aragon, vers le milieu de la bande, ils prennent plutôt le faciès des gisements de la Haute-Garonne et de l'Aude. — Enfin, en Catalogne, ils rappellent le type italien, et c'est là seulement que l'on voit paraître des assises comparables au flysch ou au macigno, car cet horizon n'est plus représenté sur le versant septentrional des Pyrénées que par des roches différentes de celles qui le constituent dans les Alpes et dans les Apennins. — Seulement il y a ici, au-dessus des couches à *Eupatagus*, des dépôts très-considérables de conglomérats tout-à-fait comparables à ceux qui, selon M. Leymerie, forment la partie supérieure de la série nummulitique dans la Haute-Garonne et les Corbières.

Rien n'autorise, pour le moment, à admettre la présence du flysch dans le royaume de Valence et en Andalousie.

Nous croyons donc, d'après les recherches de M. de Verneuil et de ses collaborateurs, qu'il n'y a aucun doute sur la séparation qui existe en Espagne entre les terrains nummulitiques et les terrains crétacés. Quant aux limites supérieures des premiers, il ne peut y avoir aucune indécision, puisqu'ils sont recouverts seulement, et en stratification discordante sur beaucoup de points, par les dépôts miocènes principalement lacustres.

RÉSUMÉ ET CONCLUSION.

De l'examen que nous venons de faire des dépôts nummulitiques les mieux connus de l'Europe, nous avons pu déduire un certain nombre de considérations que nous allons comparer et d'où nous allons essayer de tirer des lois générales. Nous aurions pu étendre plus loin nos études, notamment sur la Péninsule italienne et sur la chaîne des Carpathes, mais les documents encore incomplets que l'on possède sur ces régions et les contradictions que présentent quelques-uns des tra-

craster cor-anquinum, et est parallèle à la craie de Tercis, tandis que le septième (*Et. d'Orduña*), serait alors seul nummulitique. — M. de Verneuil s'est assuré, du reste, que les corps indiqués par M. Collette comme des Nummulites dans ses étages inférieurs ne sont que des Orbitolites (*D'ARCHIAC, Loc. cit., t. V, p. 42. 1853*).

vaux dont elles ont été l'objet nous ont fait renoncer à ce dessein ; nous avons cru d'ailleurs que nous avons étudié les particularités des terrains nummulitiques sur une étendue assez grande pour que nos déductions pussent présenter un caractère de généralité suffisant, et enfin nous avons pensé que l'étude de contrées encore peu connues n'aurait rien ajouté à la somme des connaissances nécessaires pour le but que nous nous proposons.

Nous avons vu à-peu-près partout, de l'Océan jusqu'en Turquie, les terrains nummulitiques affecter des allures indépendantes ; cette indépendance nous a été manifestée non pas en général par une discordance de stratification, mais par une transgression de superposition et un ensemble de caractères propres qui nous semblent avoir une valeur tout aussi grande. Sur quelques points cependant, là où les assises nummulitiques sont en contact avec les banes créacés les plus récents, il paraît y avoir un passage minéralogique, mais nous avons vu que presque partout ce passage n'impliquait pas la continuité non interrompue de la sédimentation entre la période secondaire et la période tertiaire, puisque nous avons pu trouver plusieurs indications de superposition transgressive, que les caractères paléontologiques des couches à Nummulites sont complètement distincts de ceux des terrains secondaires, et qu'enfin il ne paraît pas exister de mélange ou de passage entre les faunes. Le doute ne nous semble donc pouvoir subsister que pour quelques lits sans fossiles ou à fossiles mal caractérisés qui se trouvent à la jonction des deux dépôts.

Dans l'Aquitaine, sur tout le versant nord des Pyrénées, les dépôts les plus anciens qui recouvrent les terrains nummulitiques représentent l'étage du gypse du bassin de Paris, et il y a entre ces deux systèmes une transgression de superposition des mieux accusées, et en même temps une forte dissemblance dans la nature des sédiments, puisque les terrains nummulitiques sont marins et les molasses qui les recouvrent d'eau douce. Jusqu'ici on trouve des Nummulites jusque dans les couches les plus récentes du terrain qu'elles caractérisent.

Dans les Alpes, au-dessus de l'horizon nummulitique, nous avons vu se développer une immense série de grès, marnes, schistes, etc., connue sous le nom de *Flysch*, *Macigno*, etc., de telle sorte que dans la partie orientale de l'Europe le terrain nummulitique comprendrait un membre de plus que dans la partie occidentale.

Les relations du *Flysch* ou *macigno* avec les terrains nummulitiques sont assez intimes, ainsi que nous l'avons vu ; généralement le premier de ces deux groupes recouvre les assises à Nummulites, bien qu'il y ait encore doute à cet égard pour quelques géologues, dont quelques-uns

pensent que le macigno divise en deux le terrain nummulitique, tandis que pour d'autres ce terrain serait au contraire intercalé dans le macigno. Or, nous avons pu constater que la composition minéralogique du groupe nummulitique n'était pas identique dans toute son étendue, et nous nous croyons autorisé à demander si la divergence de ces opinions ne serait pas due à certaines couches intercalées réellement dans l'étage inférieur, et qui présenteraient les caractères physiques du macigno, tandis que sur certains points des renversements de couches auraient pu induire quelques géologues en erreur. Toujours est-il que le fait normal ou général est la superposition du flysch aux couches nummulitiques.

En admettant que le flysch forme un membre particulier du terrain nummulitique, occupant un niveau constant, nous constaterons qu'en général il ne semble pas qu'il y ait une démarcation bien tranchée; tel est au moins l'avis de la plupart des géologues et de M. Murchison en particulier, tandis que pour quelques autres cette démarcation est très-nette au contraire; nous rappellerons ici que MM. Favre, Pareto, Pilla, ont insisté particulièrement sur cette distinction.

Dans tous les cas, si l'on considère le flysch comme formant un horizon particulier au-dessus du terrain nummulitique, on ne pourra s'empêcher d'être frappé de l'absence complète de cet horizon sur tout le versant nord des Pyrénées, et on sera conduit à le considérer comme constituant un terrain indépendant, puisque son absence dans l'Aquitaine dénoterait dans la circonscription des mers un changement survenu après le dépôt des couches à Nummulites. Dans une autre supposition, on pourrait mettre en parallèle le flysch avec la formation d'eau douce éocène, et cette manière de voir aurait des conséquences d'une très-grande portée en ce qu'elle indiquerait, des Alpes jusque dans l'Inde, c'est-à-dire sur toute l'étendue du globe où le flysch a été reconnu, l'existence de l'horizon du gypse de Paris, horizon représenté à l'E. par des formations d'eau douce, à l'O. par des formations marines sans débris animaux, formées par les sédiments pélagiques déposés pendant cette période. Nous allons discuter cette hypothèse, mais nous ferons remarquer auparavant que si l'on ne considère le flysch que comme un facies particulier du terrain à Nummulites, il faudra admettre une lacune dans le bassin tertiaire du nord de la France, comme dans l'Aquitaine, puisque les dépôts sur lesquels ce flysch repose dans les Alpes nous paraissent représenter tous les sédiments tertiaires inférieurs jusqu'au calcaire grossier inclusivement. Une pareille lacune, qui indiquerait une émergence complète de presque toute la France pendant un laps de temps considérable, équivaldrait presque, on en conviendra, à une indépendance de formation.

puisqu'on ne saurait la concevoir sans un changement considérable survenu dans le régime des continents.

Quant à l'opinion qui tendrait à faire considérer le flysch comme représentant la couche nummulitique la plus récente de l'Aquitaine, elle ne nous paraîtrait pas très-fondée, puisque nous avons pu reconnaître dans les Alpes des couches nummulitiques tout aussi modernes que dans le bassin de l'Adour.

Si le flysch est du même âge que la molasse du Fronsadais, il s'en suivra nécessairement son indépendance, puisque cette dernière est transgressive sur la formation marine qui représente le terrain nummulitique des Alpes. Nous allons voir quelles seraient les objections que l'on pourrait faire contre cette théorie.

Nous avons vu qu'en Savoie, en Dauphiné, en Provence, peut-être aussi en Toscane, il existe des dépôts puissants d'argiles rouges que tout porte à considérer comme représentant soit le calcaire grossier, soit la molasse du Fronsadais, et nous nous sommes arrêté à ce dernier rapprochement, par suite de considérations que nous avons exposées. Il faudrait, dès-lors, savoir quelles sont les relations de ces marnes rouges avec les terrains à Nummulites ou avec le flysch; or, nous n'avons trouvé nulle part aucune indication de ces relations, et nous avons été conduit à penser que là où le flysch s'est développé, ces marnes rouges n'existent pas elles-mêmes. Si cela est vrai, il nous semble qu'il n'y aurait aucune impossibilité dans leur assimilation, et dès-lors la question serait résolue, c'est-à-dire que nous aurions dans toute la zone méditerranéenne un représentant marin du gypse parisien, et le passage de ces formations marines aux formations d'eau douce contemporaines devrait se faire en Savoie. Malheureusement, nous ne pouvons donner cette assimilation qu'à titre de conjecture, et nous la signalons à l'attention des géologues Suisses, puisque le problème doit pouvoir être résolu dans leur pays.

M. Coquand pense que les lignites et les gypses de la Toscane qui appartiennent à un ensemble de conglomérats serpentineux et ophiolitiques, correspondent aux gypses de Provence, mais les autres géologues rattachent au contraire ces conglomérats au terrain tertiaire miocène. Les descriptions locales nous ont appris que ces dépôts concordaient parfaitement dans leur stratification avec les macigno et les terrains nummulitiques sous-jacents, que même il y avait doute sur la question de savoir si certains gîtes de lignites n'appartiennent pas réellement au macigno. Là aussi peut-être le problème serait susceptible d'une solution, si l'on adoptait toutefois l'opinion de M. Coquand.

Si nous isolons maintenant du flysch et du macigno toute la partie inférieure des terrains nummulitiques, nous trouverons que les ca-

ractères de ces terrains sont parfaitement comparables dans toute l'étendue que nous avons étudiée, puisque nous avons pu recueillir des faits qui tendraient à prouver que les horizons que nous avons établis en Aquitaine se retrouveraient également dans les Alpes. Le tableau que nous donnons résume du reste les opinions que nous avons émises sur ce sujet. Quelques mots suffiront pour le compléter.

Nous avons considéré le calcaire d'eau douce à Physes de la Montagne-Noire comme formant la partie la plus ancienne du terrain à Nummulites, et nous avons vu que son identité avec les lignites d'Aix était à-peu-près certaine. On pourrait peut-être rattacher à ce même horizon les couches de lignite qui, dans beaucoup de parties des Alpes, s'observent à la base des dépôts nummulitiques, et qui, d'après M. Sismonda, renferment les *Anthracotherium* de Cadibona. On aurait alors un niveau assez constant dans une grande étendue de l'Europe.

Au-dessus de ces premiers dépôts, nous avons pensé que devaient prendre place ceux dont la Montagne-Noire et les Corbières fournissent le type. Nous avons pu constater que quelques-uns des fossiles caractéristiques de ces gisements se retrouvaient dans certaines localités des Alpes, et nous avons placé sur le même niveau les argiles à Térébratules de l'Adour, en attendant que des études plus complètes aient démontré dans les Corbières l'existence de plusieurs étages distincts.

L'horizon nummulitique le mieux caractérisé, celui qui renferme le *Serpula spirulæa* et un si grand nombre d'espèces de Nummulites, s'étend fort loin en conservant, ainsi que nous l'avons vu, des caractères paléontologiques comparables.

Quant à l'étage supérieur, celui à *Eupatagus ornatus*, nous avons pu aussi soupçonner son existence dans le comté de Nice, dans le Vicentin, etc.

Nous avons exposé les raisons pour lesquelles nous avons placé les molasses rouges de la Provence et de la Savoie sur l'horizon du gypse de Paris et des molasses du Fronsadais (Aquitaine), mais nous n'avons proposé l'adjonction du flysch et du macigno à ce même horizon qu'avec beaucoup plus d'hésitation, et nous n'avons voulu, en le faisant, que mettre en évidence une chose plutôt possible que certaine. Si cette réunion est naturelle, elle donnera une grande extension au terrain éocène supérieur, ainsi que l'indique notre tableau. Enfin, nous avons pensé qu'on pouvait placer sur ce même niveau les poudingues qui surmontent les assises nummulitiques dans la Haute-Garonne, dans les Corbières, dans les Alpes Françaises et dans la Catalogne. En Espagne, en effet, d'après M. de Verneuil, ces poudingues sont supérieurs aux assises nummulitiques les plus récentes, celles à *Eupatagus*

ornatus, ce qui les mettrait bien sur le même horizon que le flysch et le macigno des Alpes.

Nous avons proposé de subdiviser le système tertiaire inférieur en deux terrains distincts, et ce serait là peut-être le résultat le plus important de nos recherches. Nous avons également tenté d'introduire des subdivisions dans chacun de ces deux terrains; notre tableau montre quelle est leur extension horizontale en Europe, en supposant toutefois que les rapprochements que nous avons faits ne soient pas erronés.

Notre terrain éocène supérieur comprend deux groupes, distincts dans le midi de la France, mais qui se confondent ou dont l'inférieur seul persiste dans le reste de l'Europe. Ce dernier, tel que nous l'avons compris, a une énorme étendue, et il nous aurait été facile de le suivre jusque dans l'Asie Mineure, et même jusque dans l'Inde.

Le terrain éocène inférieur a été divisé en cinq et peut-être même en six groupes : le plus moderne, ou calcaire grossier proprement dit, n'existerait qu'en Aquitaine et n'aurait ainsi qu'une étendue très-bornée; le deuxième, caractérisé par l'*Eupatagus ornatus*, etc., se rencontrerait dans cinq régions sur les dix-neuf que nous avons envisagées; le troisième, caractérisé par le *Serpula spirulæa*, se trouverait dans neuf ou dix; le quatrième, caractérisé par le *Neritina conoidea*, etc., dans neuf ou dix également; le cinquième (calcaire d'eau douce et lignites), dans huit; enfin, nous avons formé le sixième des calcaires du Mont-Alaric, mais avec beaucoup de réserve, et en supposant que dans les Corbières ces calcaires soient réellement inférieurs aux marnes d'eau douce, ce dont il est permis de douter, d'après les recherches de M. Leymerie. Dans tous les cas, si l'existence de ce groupe devait être admise, il aurait une bien faible extension, puisqu'il ne se trouverait absolument que dans les Corbières. — D'après cela, ce seraient le troisième et le quatrième groupe qui auraient le plus d'extension et de puissance, le troisième surtout.

Il est possible que quelques-uns des résultats consignés dans notre tableau soient controuvés par la suite. Aussi ne le donnons-nous qu'à titre d'essai, en attendant que des études plus détaillées permettent des rapprochements plus certains que ceux que nous avons faits dans beaucoup de cas. Toujours est-il que le système tertiaire inférieur doit être susceptible de subdivisions, ainsi que le prouve l'ébauche que nous avons essayé de faire, mais on ne peut encore demander à ces subdivisions une fixité et une certitude que l'état actuel de la science ne comporte pas.

Il nous reste à résumer les comparaisons que nous avons faites des différentes assises du terrain nummulitique inférieur européen avec les terrains éocènes du nord de la France. On conçoit que nous n'élè-

verons pas nos prétentions jusqu'à vouloir retrouver de part et d'autre absolument les mêmes couches, mais cependant il nous semble que les rapprochements que nous tentons présentent quelque probabilité. Pour nous, comme pour M. Matheron, le calcaire d'eau douce de la Montagne-Noire et les lignites d'Aix correspondent aux calcaires d'eau douce de Rilly. L'étage marin de l'Aude représente les sables inférieurs du Soissonnais, et nous ne serions pas éloigné de voir, dans la plupart des assises de l'Adour, des représentants du calcaire grossier. Jusqu'à ce jour, ces faits sont d'accord avec la paléontologie, et ne sont point infirmés par les données purement stratigraphiques.

Les relations des terrains à Nummulites avec les terrains qui les recouvrent ont été moins soigneusement étudiées en général que leurs relations avec les terrains secondaires, sans doute parce que la question n'était pas de savoir si le terrain à Nummulites était distinct du terrain miocène, ce qui était admis à-peu-près par tout le monde, mais bien de décider s'il était ou non éocène. — Il est certain cependant que les considérations paléontologiques dénotent une assez grande analogie entre les terrains nummulitiques proprement dits et les terrains miocènes inférieurs. Nous avons vu cette analogie proclamée par MM. Sismonda et Bellardi, et nous avons fait remarquer qu'il existait un assez grand nombre d'espèces communes entre les gisements du Vicentin et les faluns bleus de Dax. De plus, nous pouvons constater encore cette analogie sans sortir des limites de l'Aquitaine, puisque nous retrouvons à Bordeaux même, et associés aux fossiles des faluns bleus, plusieurs espèces nummulitiques bien caractérisées (*Ostrea gigantea*, *Eupatagus ornatus*). C'est là un fait digne d'attention et que nous aurons peut-être à examiner ultérieurement.

Les résultats qui précèdent sont les seuls que nous ayons pu obtenir avec les matériaux dont l'état actuel de la science nous a permis de disposer. Malgré les réserves que nous avons dû faire dans quelques cas, nous espérons que les idées que nous avons émises pourront être de quelque utilité pour l'étude des terrains tertiaires en général et de ceux de l'Aquitaine en particulier.

Vu et approuvé.

LE DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES.

MILNE EDWARDS.

Permis d'imprimer.

Le 31 juillet 1854.

LE RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE LA SEINE.

CAYX.

THÈSE DE BOTANIQUE.

RECHERCHES

SUR LE

MODE DE RÉPARTITION DES VÉGÉTAUX

DANS LE DÉPARTEMENT DE LA GIRONDE.

PAR J. DELBOS.

Lorsqu'on envisage d'une manière générale l'ensemble de la végétation d'une contrée d'une vaste étendue, telle que la France, on ne tarde pas à s'apercevoir que cette végétation n'est pas partout identique, et on est conduit à établir sous ce point de vue de grandes divisions territoriales dont chacune est caractérisée par une flore qui possède un certain aspect sensiblement constant, et différent de celui que présenterait une autre quelconque des subdivisions reconnues. — Ces subdivisions ont reçu le nom de *Régions botaniques*.

Tous les observateurs qui ont recherché les causes qui déterminent l'existence de ces régions ont été conduits à les attribuer à une influence prédominante : *le climat*.

Si l'on restreint le champ que l'on considère aux limites de l'une des régions déjà admises, et si cette région présente dans son orographie des accidents sensibles ; on reconnaît qu'à mesure qu'on s'élève des parties basses sur les montagnes, la végétation prend des caractères différents : une étude plus approfondie a fait connaître que ces différences étaient parfaitement en harmonie avec l'abaissement progressif de la température, résultant de l'élévation, de telle sorte que, en montant ainsi des plaines vers les montagnes, on traverse plusieurs zones distinctes, comparables à celles que l'on rencontrerait en se dirigeant du pied de ces montagnes vers le pôle. Il résulte de ce fait, que l'altitude, dans un pays de montagnes, joue le même rôle par rapport à la végétation

que la latitude dans un pays de plaines. — Ces différences proviennent encore et incontestablement : *du climat*.

Mais si la région observée est un pays de plaines offrant un certain ensemble à-peu-près uniforme de conditions climatologiques, on sera conduit à chercher ailleurs que dans ces conditions la cause des différences que l'on constatera dans la végétation. — Cette cause a été attribuée à un deuxième élément qui, sous un climat égal, agit en petit avec une intensité tout aussi prononcée que le climat lui-même agit en grand par rapport à une région d'une vaste surface ou fortement accidentée. — Cet élément est *le sol*.

Ainsi, deux influences principales agissent sur le mode de répartition des végétaux et tendent à diversifier l'aspect du tapis végétal d'une contrée : *le climat* dont l'action plus générale ne se fait sentir qu'en grand, *le sol* dont le rôle plus limité exerce son action plus en petit et établit des groupes secondaires de végétaux dans les grandes divisions correspondantes au climat.

A ces deux influences principales vient s'en joindre une troisième, passive en quelque sorte, mais qui n'en contribue pas moins à imprimer un cachet particulier à l'ensemble de la végétation d'une contrée. Ce sont les limites, soit accidentelles, soit provenant du climat ou du sol, qui circonscrivent la plupart des espèces, quelquefois même certains groupes d'un ordre supérieur, genres ou familles, dans leur *aire de dispersion*. — On admet que les végétaux se propagent généralement en rayonnant autour de divers centres primitifs; on conçoit que cette progression n'est pas illimitée, et qu'elle doit trouver des obstacles soit dans le climat, soit dans le sol, soit dans la configuration topographique du pays, soit dans d'autres causes enfin, qui ont été étudiés avec trop de soin pour qu'il soit nécessaire de les examiner ici. Il résulte de cette considération que deux régions, à égalité de climat et de sol, peuvent présenter des différences considérables dans leurs flores.

Enfin, une dernière cause qui se rattache étroitement à la précédente, joue un rôle de la plus grande importance dans l'aspect que présente le tapis végétal d'une contrée; c'est la *quantité de dispersion* des espèces, c'est-à-dire le nombre plus ou moins grand d'individus par lequel chaque espèce est représentée dans son aire d'extension. — On conçoit en effet qu'une plante de la catégorie de celles qu'on a désignées sous le nom de *sociales*, contribue plus puissamment à modifier le paysage que telle autre dont l'aire de dispersion serait égale, mais qui ne serait représentée que par des individus distants les uns des autres, et comme isolés.

La géographie botanique climatologique peut être considérée comme

une science moderne, bien qu'on se fût aperçu de tout temps des grands contrastes présentés par la végétation de deux pays éloignés en latitude. Il appartenait en quelque sorte à l'illustre Humboldt de la fonder en lui assignant des bases solides, et en rendant ses conclusions évidentes par les considérations de l'arithmétique botanique. Il est inutile d'entrer ici dans l'énumération des travaux généraux, et qui sont pour la plupart entre les mains de tous les botanistes, que nous ont donnés des savants célèbres, de Candolle, de Buch, Wahlenberg, Schouw, de Jussieu, etc., et de ceux plus spéciaux dans leurs applications de MM. Martins, Grenier, Godron, Boreau, Des Moulins, etc.

La géographie botanique, envisagée au point de vue moins général des rapports qui existent entre la végétation et le sol, est d'une date plus récente encore, au moins si on l'entend dans le sens que nous lui attribuons aujourd'hui. La plupart des observateurs se sont occupés de réunir des faits, tandis que quelques autres en cherchaient l'explication; ce sont principalement MM. Watson, Unger, Heer, de Molh et Des Moulins. Donner ici l'analyse des travaux de ces auteurs serait une répétition inutile, ce travail ayant été déjà fait avec soin par M. Thurmann. Ce dernier et éminent observateur a réuni toutes les données éparses en un même corps, et a élevé cette étude au rang d'une science spéciale, dans son traité de phytostatique si remarquable sous tous les rapports. (1) Il nous suffira de rappeler ici les deux principales faces sous lesquelles la question a été présentée dans ces dernières années.

L'influence du sol sur la répartition des végétaux une fois reconnue, on chercha la cause des dissemblances présentées par deux sols différents. Deux opinions principales se trouvèrent alors en présence, l'une attribuant à la composition chimique du sol la plus grande part d'action, l'autre recherchant, au contraire, dans l'état de division mécanique de ce sol la raison des faits de contraste observés.

Dans chacune de ces deux manières de voir, on a poussé peut-être quelquefois les conséquences trop loin. Dans certains cas aussi, le désaccord peut bien ne s'être produit que faute de s'entendre. Il est essentiel d'entrer dans quelques développements sur ce sujet.

Il est certain que, s'il est des espèces végétales qui s'accoutument de la plupart des conditions d'existence qui peuvent leur être offertes par le sol, il en est d'autres qui exigent certaines conditions hors lesquelles elles ne pourraient pas vivre. Telle plante, par exemple, qui demande un sol profond, meuble, ne pourrait pas végéter sur un rocher presque nu. Certaines espèces qui prospèrent dans les terrains

(1) *Essai de Phytostatique*. Berne, 1849.

humides, inondés, ne pourraient exister sur des sables presque mouvants qui suffissent à d'autres. Or, ces diverses conditions résultent surtout de la nature du sol, et l'on comprend que dans un district formé de calcaires compacts d'un côté, de sables incohérents de l'autre, il y aurait des différences considérables dans la végétation de part et d'autre. Dans ce cas, on pourrait se croire autorisé à admettre comme cause déterminante de ces différences l'élément chimique. — Cette induction serait prématurée; car, des deux côtés, les conditions biologiques sont extrêmement différentes, et il est certain que le calcaire compact ne produira jamais par sa division un sol complètement identique aux sables siliceux. Pour que l'action chimique pût être considérée comme élément de première valeur, il faudrait que les conditions fussent comparables, c'est-à-dire que calcaire et silice fussent au même état de division mécanique, ou bien que l'un et l'autre fussent à l'état compact. On est donc amené à rechercher ici la cause des contrastes dans le mode d'agrégation des roches, et ce n'est pas dans un tel champ d'études que l'hypothèse de l'influence chimique pourrait trouver des preuves.

D'un autre côté, on a peut-être poussé un peu trop loin dans quelques cas la négation de l'influence de l'élément chimique. Tout végétal, par sa combustion, produit des cendres qui proviennent des éléments minéraux répandus dans ses tissus. Si la plupart des observateurs et les chimistes en particulier, ont admis ces éléments comme essentiels à la végétation, d'autres ont rejeté cette manière de voir et ont pensé au contraire qu'ils étaient en quelque sorte accidentels, non indispensables, et que s'ils se rencontraient dans les végétaux, ce n'était point dans un but organique, mais seulement parce qu'ils étaient restés interposés dans les tissus par suite de l'évaporation de la sève qui les tenait en dissolution.⁽¹⁾ Cette opinion trouve pourtant de puissantes objections dans le rôle que joue le chlorure de sodium dans la végétation maritime, par celui de la potasse dans tous les végétaux terrestres, par celui de la silice dans les graminées, etc. L'*Oxalis* a besoin de la potasse avec laquelle son acide doit se combiner, tout comme le raisin exige la présence de cet alcali pour saturer l'acide tartrique qu'il renferme, tout comme les graminées ont besoin de silice pour donner à leurs tiges la solidité nécessaire pour qu'elles puissent supporter le

(1) Dans tous les cas, ces éléments ne peuvent pénétrer dans le végétal qu'à l'état de solution, de sorte que si des eaux chargées de carbonate de chaux, par exemple, circulaient dans un sol siliceux, ce sol pourrait produire des plantes réellement calcaréophiles. On voit, d'après cela, que l'élément minéral n'agit directement sur le végétal qu'à l'état liquide et non à l'état solide. — En tant que solide, il n'agit que conformément à son mode d'agrégation.

poids de l'inflorescence, etc., etc. D'où viendrait, enfin, la présence constante du phosphate de magnésie dans les fruits des céréales, tandis que les autres parties de ces plantes n'en renferment que des traces.

On a opposé, il est vrai, certaines objections, mais elles ne nous paraissent pas bien concluantes. On a dit, par exemple, que les végétaux, pompant avec l'eau tous les principes qu'elle tient en dissolution, peuvent présenter dans leurs cendres des compositions très-différentes. Sans doute, il n'y a pas ici de composition aussi constante que celle que pourraient présenter les os d'une même espèce de mammifère par exemple, mais il n'en est pas moins vrai que cette constance existe dans certaines limites, et on peut rappeler à ce sujet la théorie proposée par M. Liebig, ⁽¹⁾ qui admet que dans les végétaux certaines substances minérales peuvent se substituer les unes aux autres à la manière des équivalents chimiques, tout comme en minéralogie et en chimie on voit se substituer les corps isomorphes sans que dans la plupart des cas il en résulte des changements tellement considérables qu'il faille déplacer le corps ayant subi ces substitutions du groupe auquel il appartient naturellement.

La nécessité de l'alternance en agriculture a été appuyée et combattue successivement. Dans le premier cas, la cause en a été attribuée à l'épuisement du sol ou à l'excrétion de matières nuisibles par les racines des plantes. ⁽²⁾ Plusieurs faits cités par Liebig ⁽³⁾ mettent hors de doute l'épuisement du sol, entre autres celui-ci : Aux environs de Goettingue, un propriétaire planta sur toutes ses terres de l'absinthe ; on sait que cette plante renferme une grande quantité de potasse ; — après la récolte, ses terres demeurèrent pendant dix ans complètement stériles pour la culture du blé.

Un sol répare annuellement ses pertes par l'apport des substances qui s'opère soit par le moyen des eaux pluviales, soit par celui des courants qui le traversent lentement par suite de l'évaporation et des actions capillaires, ainsi que l'a fait voir tout récemment M. Baudrimont dans une Notice très-intéressante. ⁽⁴⁾ Si la culture n'enlève pas

(1) *Traité de chimie organique*. Introduction.

(2) Les fibres radiculaires de plusieurs plantes qui croissent sur les sables mouvants des dunes sont recouvertes d'un fourreau épais formé de grains de sable agglutinés par une matière gommeuse dont on ne peut guère expliquer l'existence autrement que par une excrétion de la plante. Ce fait est surtout remarquable dans le *Scirpus holoschænus*.

(3) *Loco cit.*

(4) *De l'existence des courants interstitiels dans le sol arable*. Bordeaux, 1852 1n-8.

dans un temps donné plus que ces deux agents ne peuvent apporter, il n'y aura donc pas nécessité dans la rotation agricole. D'autre part, si une plante meurt et se décompose sur le lieu même où elle a vécu, les substances minérales qu'elle contenait retourneront au sol, et l'épuisement ne se produira point. Le fait de la permanence dans la nature de certaines espèces aux mêmes lieux, invoqué par M. Thurmann, ne nous paraît donc pas bien décisif au point de vue chimique, et pourrait tout au plus fournir un faible argument contre la théorie des sécrétions nuisibles des racines, cause donc l'action a été controversée et que nous ne pouvons examiner ici. — L'alternance doit se produire bien rarement dans les végétaux abandonnés à eux-mêmes, mais il ne peut en être ainsi en agriculture, puisque la récolte enlève avec les plantes cultivées les substances qu'elles ont tirées du sol. Nous devons ajouter que le phénomène de la rotation peut se produire aussi par suite de circonstances indépendantes du sol. C'est ainsi que M. Thurmann, avec quelques sylviculteurs, a expliqué le remplacement du hêtre par le sapin un moyen de jeux alternatifs d'ombre et de lumière.

Cela posé, est-il nécessaire, pour qu'un végétal puisse se développer, que le sol lui offre une surabondance des principes minéraux qui lui sont utiles? Non, il suffit qu'il trouve la quantité qui lui est indispensable de ces principes, autrement il serait bien difficile d'expliquer la préférence du pin pour les sables purs siliceux dans lesquels l'analyse chimique a peine à signaler la présence de la chaux, tandis que les cendres de ce végétal en renferment en proportion notable, etc., etc. L'observation et l'expérience prouvent qu'il suffit, pour qu'un végétal puisse prospérer, que le sol, indépendamment d'un état physique particulier, renferme les éléments qui sont indispensables à ce végétal, quelque minime que soit leur quantité pourvu qu'elle soit suffisante. Or, cette quantité suffisante est quelquefois tellement faible qu'elle échappe presque à l'analyse.—En définitive, on pourrait presque affirmer qu'il est aussi difficile de trouver un sol entièrement dépourvu de calcaire qu'un autre totalement dénué de silice. Par conséquent, une plante qui a besoin de calcaire, par exemple, n'exigera pas toujours un sol entièrement calcaire, et pourra très-bien se développer avec vigueur, moyennant état physique particulier, sur un sol siliceux dans lequel le carbonate de chaux n'existe qu'en très-minime quantité.

On est donc conduit, tout en admettant la nécessité de l'élément minéral, à ne pas lui attribuer une importance du premier ordre dans les grands faits de répartition des végétaux, et à rechercher les causes des faits de dispersion ou de contraste observés dans l'état mécanique même de ce sol. C'est le but que s'est proposé M. Thurmann dans son

remarquable ouvrage. — Ce savant nous semble avoir résolu la question, en démontrant par des exemples très-nombreux que la plus grande part d'action doit être attribuée à l'état de division du sol, de sorte que l'élément minéral ou chimique n'aurait plus qu'un rôle tout-à-fait secondaire.

Nous avons cru indispensable d'entrer dans les développements qui précèdent enfin de bien préciser la nature du terrain sur lequel nous allons nous engager.

M. Thurmann, pour poser les bases de son système phytostatique, a embrassé dans ses études une vaste étendue de pays, comprenant en totalité des régions parfaitement naturelles, le Jura et les Vosges en particulier. Il a été admirablement servi par la nature variée des terrains et par l'accidentation orographique de son champ d'observation. L'examen d'un territoire aussi vaste était indispensable pour donner à ce travail le caractère de généralité qu'il possède tout en étant un excellent traité local. — Nous n'élevons point, dans le présent Mémoire, nos prétentions aussi haut, et notre but est simplement d'étudier les faits les plus saillants de la flore d'une contrée peu étendue, qui n'est qu'une portion d'une grande région naturelle, d'examiner de quelle manière les végétaux sont groupés dans ce pays, de rechercher les rapports qui peuvent exister entre la végétation et la constitution du sol. En un mot, notre travail n'est à-peu-près qu'une application des principes de M. Thurmann, un essai de géographie botanique appliquée sur tout à un département, celui de la Gironde, nouveau comme étude locale, non comme généralité. Nous aurions voulu pouvoir étendre nos études à un ensemble plus naturel, mais les indications précises sur la plupart des départements du Sud-Ouest, et surtout le temps nous ont manqué pour cela. Nous avons cru cependant qu'il ne serait pas inutile de donner dès à présent un aperçu de nos observations à titre de prodrôme, et nous espérons que cet Opuscule ne sera pas complètement sans intérêt, ne fût-ce qu'à titre d'essai local pouvant apporter son contingent de faits à un travail plus complet.⁽¹⁾

(1) M. Ch. Desmoulin, qui s'est beaucoup occupé de la question de l'influence du sol sur la végétation est, à notre connaissance, le seul botaniste qui se soit préoccupé de la géographie botanique du sud-ouest de la France. Il a indiqué avec sa sagacité bien connue la marche à suivre pour arriver à une connaissance phytostatique complète de notre région (1^{er}, 2^me et 3^me *Mémoire sur les causes qui paraissent influer plus particulièrement sur la croissance de certains végétaux dans des conditions déterminées.* — Dans les *Mémoires de l'Institut des provinces et des Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*). Du reste, ce savant a plutôt traité la question au point de vue théorique et général qu'au point de vue plus particulier qui nous occupe.

Dans une région aussi restreinte et qui possède des accidents orographiques aussi peu prononcés que celle dont nous allons nous occuper, le climat exerce son influence comme partout, en grand. Les extrêmes en latitude sont trop peu éloignés pour qu'on puisse constater une transformation bien sensible de la flore dans ce sens, de sorte qu'on ne peut attribuer au climat les différences secondaires constatées dans la flore de cette région dont l'ensemble lui est soumis si directement dans sa nature. Il agit pourtant encore, mais dans des bornes restreintes, et son action ne se manifeste plus que par l'exposition, et peut-être aussi dans le cas de l'éloignement plus ou moins grand de la mer.

Le sol est donc ici le facteur qui agit avec le plus d'intensité comme cause d'inégalité de répartition végétale, et c'est lui que nous étudierons plus particulièrement.

Notre plan sera simple : après avoir étudié les plantes par stations, ce qui nous fournira les bases de nos comparaisons et nous permettra de spécifier les différents aspects de la végétation, nous examinerons l'influence que le sol peut avoir sur la distribution des espèces, c'est-à-dire que nous étudierons les rapports qui existent entre la flore et la constitution géognostique du pays. Nous aurons en dernier lieu à rechercher à quelles aires de dispersion peuvent appartenir certaines plantes qui n'occupent que des portions limitées de notre champ d'études, enfin nous dirons un mot des agents de propagation et de la naturalisation, toutes causes qui ont aussi leur part d'action dans les transformations du tapis végétal.

Stations Botaniques.

Les stations végétales ne sont pas susceptibles d'être classées avec une exactitude parfaitement rigoureuse; elles ne sont que rarement bien délimitées, et se confondent souvent vers leurs limites, pour passer par gradation aux stations voisines. D'un autre côté, si quelques plantes paraissent exiger des stations spéciales et sont par cela même caractéristiques, la majeure partie peuvent se retrouver dans deux ou plusieurs stations, et quelques-unes même ont reçu, à cause de cette indifférence, le nom d'*ubiquistes*. Cependant, la considération des stations est d'un haut intérêt dans toute étude locale, et il est certain qu'elles possèdent des caractères très-appreciables dans l'ensemble et l'aspect général de leur végétation, par suite de la présence des espèces qui leur sont particulières d'abord, puis par suite de l'abondance de celles qui, sans être exclusives, ont pour elles une préférence bien marquée.

Dans l'examen que nous allons faire des différentes stations qui nous sont offertes par notre champ d'études, nous nous appliquerons, autant que nous le pourrons, à caractériser chacune d'elles en mettant en évidence ses traits botaniques les plus saillants. Nous aurons à tenir compte ainsi des plantes spéciales, des plantes non exclusives mais préférées, enfin de celles qui, n'accompagnant pas toujours les stations qui leur conviennent, ne sauraient vivre ailleurs, et sont par cela même caractéristiques. Ainsi, lorsqu'on rencontrera quelque part une des caractéristiques ou directrices de nos stations, on pourra s'attendre à la voir accompagnée de la plupart des plantes énumérées dans la station à laquelle elle appartient.

Dans les listes qui vont suivre, nous ne mentionnerons que les phanérogames et les cryptogames vasculaires. Afin de ne pas augmenter la longueur de ce travail, nous ne donnerons les noms d'auteurs que quand la nécessité l'exigera. Il nous suffira de prévenir que les espèces indiquées sont telles qu'elles ont été définies par MM. Grenier et Godron, pour la partie de la *Flore de France* qui a paru (les deux premiers volumes), et par Koch dans son *Synopsis*, pour les autres. Nous renvoyons donc à ces deux ouvrages pour la synonymie.

Envisagée au point de vue stationnel, la flore de notre région peut être partagée en deux groupes, celui de la région *maritime*, celui de la région qu'on peut appeler *continentale*.

1^o RÉGION MARITIME.

Nous comprenons sous ce nom cette bande étroite qui s'étend le long de l'Océan, en lui réunissant les dunes, qui établissent souvent une transition à la flore continentale. Nous porterons aussi nos observations dans le département de la Charente-Inférieure, sur la rive droite de la Gironde et au-delà de l'embouchure de ce fleuve, en suivant la côte jusqu'à l'origine des marais salés de la Tremblade et de Marennes.

1^o Eaux salées.—Elles ne renferment qu'un très-petit nombre de phanérogames, toutes monocotylédonées. Les grandes étendues d'eau, telles que le bassin d'Arcachon, ne nourrissent que le *Zostera marina*. Les canaux dans lesquels l'eau est à peine agitée, comme les réservoirs à poisson, sont caractérisés par les *Ruppia spiralis*, Gay, et *R. rostellata*. Enfin, les eaux saumâtres ne produisent qu'un très-petit nombre d'espèces caractéristiques, telles que *Scirpus parvulus*, mêlées à des espèces des eaux douces ordinaires.

2^o Prés salés.—De toutes les stations de la zone qui nous occupe

celle-ci est, après la précédente, celle qui est le plus essentiellement maritime, puisqu'elle est ordinairement inondée deux fois par jour par le flux. Vers ses limites supérieures, elle passe presque toujours à d'autres stations par nuances graduées. Le sol des prés salés est vaseux, ductile.

A. les plantes qui les caractérisent le mieux sont les suivantes :

<i>Tamarix anglica.</i>	<i>Salicornia herbacea.</i>
<i>Aster tripolium.</i>	<i>Chenopodium maritimum.</i>
<i>Sonchus maritimus.</i>	<i>Triglochin maritimum.</i>
<i>Glaux maritima.</i>	<i>Juncus maritimus.</i>
<i>Statice limonium.</i>	<i>Scirpus Savii.</i> SEBAST. et MAUR.
<i>Plantago maritima.</i>	<i>Agrostis maritima.</i> LAM.

B. Les espèces suivantes sont moins répandues, quoique abondantes et quelques-unes même sociales : (1)

<i>Trigonella ornithopodioides.</i>	<i>Armeria maritima.</i>
<i>Erythraea spicata.</i>	<i>Carex extensa.</i>
— <i>latifolia.</i>	<i>Spartina stricta.</i>
<i>Statice Dubyei.</i>	

C. Quelques espèces sont communes à cette station et aux suivantes : *Armeria maritima*, *Inula chrithmoides*, *Frankenia laevis*, *Atriplex portulacoides*, *Polygonum monspeliensis*.

D. Enfin, quelques espèces qui ne sont point maritimes à proprement parler, se retrouvent dans les prés salés, souvent en abondance : *Carex divisa*, *Samolus Valerandi*, *Scirpus maritimus*.

3° **Sables maritimes.** — Nous faisons une catégorie particulière des plages sablonneuses, parce qu'elles offrent une végétation un peu différente de celle des dunes. Il y a du reste un passage insensible de l'une à l'autre station.

A. Espèces des sables maritimes :

<i>Matthiola sinuata.</i>	<i>Artemisia crithmifolia.</i> D. C.
<i>Cakile maritima.</i>	<i>Cynanchum acutum</i> (rare).
<i>Glaucium luteum.</i>	<i>Convolvulus soldanella.</i>
<i>Honckeneja peploides.</i>	<i>Atriplex rosea.</i>
<i>Eryngium maritimum.</i>	<i>Euphorbia paralias.</i>

B. Espèces communes à d'autres stations maritimes : *Triticum acutum*, *T. junceum*, *Festuca uniglumis*, *Galium arenarium*, *Frankenia laevis*, *Polygonum maritimum*.

(1) Nous prenons, comme M. Thurmann, les mots *répandu*, *disséminé*, *rare*, dans le sens de l'extension en surface, ou de l'aire d'une espèce. Les mots *abondant* et *distant* sont pris dans le sens de la quantité des individus.

4° **Dunes blanches.** (1) — Elles offrent certaines modifications dans leur flore, en raison de leur voisinage de la mer, de leur élévation, de leur fixité, mais nous ne pouvons tenir compte ici de tous ces faits de détail.

A. Espèces particulières aux dunes blanches :

<i>Silene Thorei.</i>	<i>Linaria thymifolia.</i>
<i>Dianthus gallicus.</i>	<i>Festuca sabulicola.</i> L. DUF.
<i>Astragalus Baionensis.</i>	<i>Phleum arenarium.</i>
<i>Lotus corniculatus</i> , var. <i>crassifolius.</i>	<i>Psamma arenaria.</i>
<i>Diotis candidissima.</i>	

B. Plante caractéristique, mais rare : *Medicago marina.*

C. Plantes communes à d'autres stations maritimes : ajoutez le groupe B de la station précédente, à l'exception du *Polygonum maritimum*, et en outre : *Hieracium eriophorum*, *Carex trinervis.* Degl.

D. Plantes communes à d'autres stations continentales :

<i>Sinapis cheiranthus.</i>	<i>Plantago arenaria.</i>
<i>Herniaria glabra.</i>	<i>Kæleria albescens.</i>
<i>Ononis natrix.</i>	<i>Corynephorus canescens.</i>
<i>Helichrysum stæchas,</i>	<i>Carex arenaria.</i>
<i>Vincetoxicum officinale</i>	

5° **Dunes ensemenées.** — Elles forment une transition à la végétation ordinaire des landes sablonneuses et des bois de pins. Elles n'ont guère d'autre plante spéciale que le *Senecio lividus*, très-disséminé et très-rare. Les vallons boisés compris entre les dunes renferment au voisinage de la mer, mais comme plantes peu répandues : *Arbutus unedo* et *Hieracium eriophorum* dans la Gironde, *Daphne gnidium* et *Osiris alba* principalement dans la Charente-Inférieure.

Les plantes suivantes sont communes à des stations continentales :

<i>Cistus salvifolius</i>	<i>Silene otites.</i>
<i>Sarothamnus scoparius.</i>	<i>Senecio sylvaticus.</i>
<i>Hieracium umbellatum.</i>	

6° **Laites.** — On nomme ainsi les vallons qui séparent les dunes blanches ; ces vallons sont toujours humides dans leur fond, quelquefois marécageux. On passe ainsi de la végétation des dunes, d'une part à celle des marais des Landes, de l'autre à celle des prés salés, lorsque les laites, au lieu de former des bassins fermés, viennent déboucher dans la mer.

(1) On nomme ainsi les dunes mobiles, non fixées

A. Plantes spéciales aux laines :

<i>Sagina nodosa.</i>	<i>Erythræa chloodes,</i>
<i>Chlora imperfoliata.</i>	<i>Poa loliacea.</i>

B. Plantes spéciales, mais moins répandues :

<i>Silene læta.</i>	<i>Euphorbia pubescens.</i>
<i>Orchis palustris.</i>	<i>Liparis Læselii.</i>

C. Dans les parties voisines de la mer, la plupart des plantes des prés salés (groupe 2), plus :

<i>Crithmum maritimum.</i>	<i>Salicornia fruticosa.</i>
<i>Schoberia fruticosa.</i>	<i>Atriplex littoralis.</i>

D. Plantes des laines qui se retrouvent dans des stations continentales :

<i>Genista anglica.</i>	<i>Anagallis tenella.</i>
<i>Serapias cordigera.</i>	<i>Pinguicula lusitanica.</i>
<i>Juncus tenageya.</i>	<i>Scirpus holoschanus.</i>
— <i>capitatus.</i>	

7° **Rochers maritimes.** — Il n'en existe pas depuis l'embouchure de l'Adour jusqu'à celle de la Gironde. Ils forment de hautes faisances bizarrement découpées sur la rive droite de ce dernier fleuve, depuis Mortagne jusqu'à Royan, et au-delà, depuis Royan jusqu'à St-Palais-sur-Mer. Ils sont constitués par les roches calcaires des deux étages crétacés supérieurs, et à Saint-Palais par les calcaires tertiaires les plus inférieurs.

La végétation des rochers maritimes est peu spéciale; le *Statice Dodartii* paraît être la seule espèce qui leur soit propre. Le *Crithmum maritimum* y est très-abondant. On y trouve toutes les plantes du groupe C des prés salés, et, en outre, l'*Ephedra distachya*.

A une très-faible distance de la mer, les rochers maritimes ne nourrissent presque plus que des plantes continentales, telles que *Tetragonolobus siliquosus*, *Dorycnium suffruticosum*, etc.

2° RÉGION CONTINENTALE.

Nous avons vu la flore maritime présenter un facies très-particulier et des stations généralement assez distinctes. Dans la flore continentale, il est plus difficile de caractériser nettement chaque station, par suite de la variété beaucoup plus grande que chacune d'elles peut offrir, et qui augmente, ainsi que nous aurons occasion de le constater, à mesure qu'elles deviennent plus sèches. C'est précisément cette variabilité qui nous révèle l'influence du sol, et que nous aurons à examiner dans la deuxième partie de ce travail.

Nous allons toutefois essayer de grouper les plantes de la région continentale d'après leurs stations, ainsi que nous l'avons fait pour la zone maritime. On conçoit que nous devons nous borner à l'énumération des espèces principales, et en négliger beaucoup d'autres qui, tout en ayant leur intérêt particulier, ne pourraient être mentionnées que dans un travail beaucoup plus détaillé que celui-ci.

1° Eaux courantes.—Les grands cours d'eau, comme la Garonne et la Dordogne, ne nourrissent point de plantes dans les parties inférieures de leur cours. — Les cours d'eau d'un moindre volume ont une végétation partout sensiblement identique, et forment par conséquent un ensemble stationnel très-bien défini.

A. Les espèces suivantes semblent rechercher surtout les eaux à cours assez rapide :

Ranunculus fluitans.

Potamogeton pectinatum.

Ranunculus cœnosus.

B. Plantes qui se retrouvent dans les eaux tranquilles ou à écoulement très-lent :

Nuphar luteum.

Scirpus lacustris.

Ceratophyllum demersum.

Potamogeton lucens.

Najas major.

— *crispum.*

2° Eaux tranquilles. — Leur végétation est plus variable et on peut y établir des groupes distincts :

A. Plantes communes à toutes les eaux tranquilles :

Ranunculus aquatilis.

Potamogeton natans.

Isardia palustris.

— *densum.*

Callitriche stagnalis.

Lemna minor.

Utricularia vulgaris.

Typha latifolia.

Hydrocharis morsus-rana.

— *angustifolia.*

Alisma plantago.

Glyceria fluitans.

Sagittaria sagittæfolia.

B. Plantes des grands fossés des marais. L'eau de ces fossés est tranquille, mais elle a souvent un écoulement lent :

Nymphaea alba.

Oenanthe phellandrium.

Nuphar luteum.

Hottonia palustris.

Ceratophyllum demersum.

Butomus umbellatus.

Hippuris vulgaris.

Sparganium ramosum.

Najas major.

— *simplex.*

Myriophyllum verticillatum.

Scirpus lacustris.

Berula angustifolia.

Equisetum palustre.

Helosciadium nodiflorum.

Salvinia natans.

Oenanthe fistulosa.

C. Les mares et les petits fossés d'eau dormante présentent, mais assez rarement, quelques-unes des espèces du groupe B. Les suivantes paraissent les caractériser assez bien :

<i>Ranunculus hederaceus.</i>	<i>Veronica anagallis.</i>
— <i>ololeucos.</i>	<i>Polygonum hydropiper.</i>
— <i>tripartitus.</i>	<i>Alisma natans.</i>
<i>Myriophyllum alterniflorum.</i>	<i>Scirpus palustris.</i>
<i>Helosciadium inundatum.</i>	— <i>multicaulis.</i>
<i>Galium debile.</i>	<i>Carex maxima.</i>

Il faudrait ajouter à cette énumération la flore encore peu connue des grands étangs d'eau douce qui se trouvent derrière la chaîne des dunes. Avec un certain nombre des espèces des grands fossés, on trouve dans quelques-uns de ces étangs le *Lobelia Dortmanna* et l'*Isoetes setacea*, qui leur sont jusqu'à ce jour spéciaux.

3^o **Marais.**— Nous avons cru devoir distinguer comme station les terrains détrempés, presque toujours inondés sous une faible épaisseur d'eau. Les marais passent souvent à l'état de tourbières, mais celles-ci paraissent plus propres aux sols sablonneux, tandis que les marais sont plus particuliers aux terrains d'alluvion. Ils se trouvent sur les bords des grandes rivières, Garonne et Dordogne. Certains cours d'eau secondaires, tels que la Jalle-de-Blanquefort, donnent encore naissance à des marais.

A. Plantes des marais :

<i>Ranunculus ophioglossifolius.</i>	<i>Salix alba.</i>
— <i>sceleratus.</i>	— <i>caprea.</i>
<i>Roripa amphibia.</i>	<i>Alisma plantago.</i>
<i>Sinapis nigra.</i>	<i>Juncus fuscus.</i>
<i>Cerastium aquaticum.</i>	— <i>glaucus.</i>
<i>Hypericum tetrapterum.</i>	— <i>tenageya.</i>
<i>Lotus major.</i>	<i>Typha latifolia.</i>
<i>Lathyrus palustris.</i>	— <i>angustifolia.</i>
<i>Potentilla anserina.</i>	<i>Sparganium simplex.</i>
<i>Bidens tripartita.</i>	— <i>ramosum.</i>
— <i>cernua.</i>	<i>Cyperus fuscus.</i>
<i>Eupatorium cannabinum.</i>	<i>Scirpus maritimus.</i>
<i>Inula dysenterica.</i>	<i>Carex divisa.</i>
<i>Sonchus palustris.</i>	— <i>stricta.</i>
<i>Helminthia echioides.</i>	<i>Panicum digitaria.</i>
<i>Myosotis cœspitosa.</i>	<i>Agrostis canina.</i>
<i>Lysimachia vulgaris.</i>	<i>Leersia oryzoides.</i>
<i>Scrophularia Balbisii.</i>	<i>Arundo phragmites.</i>
<i>Stachys palustris.</i>	<i>Equisetum palustre.</i>
<i>Lycopus europæus.</i>	— <i>limosum.</i>
<i>Rumex hydrolapathum.</i>	— <i>telmateya.</i>
<i>Euphorbia palustris.</i>	

B. Plantes communes aux marais et aux tourbières :

<i>Ranunculus lingua.</i>	<i>Alisma ranunculoides.</i>
<i>Caltha palustris.</i>	<i>Iris pseudo-acorus.</i>
<i>Sanguisorba officinalis.</i>	<i>Cyperus longus.</i>
<i>Lythrum hyssopifolia.</i>	— <i>flavescens.</i>
<i>Galium palustre.</i>	<i>Carex pseudo-cyperus.</i>
— <i>uliginosum.</i>	<i>Polystichum thelypteris.</i>
<i>Cirsium anglicum.</i>	

4° Bords des eaux courantes. — Certaines plantes recherchent particulièrement les bords des grands cours d'eau, et vivent sur les vases molles de la Garonne et de la Dordogne. Nous citerons principalement :

<i>Angelica sylvestris.</i>	<i>Juncus glaucus.</i>
<i>Tussilago petasites.</i>	<i>Cyperus Monti.</i>
<i>Senecio aquaticus.</i>	<i>Scirpus triqueter.</i>
<i>Stachys palustris.</i>	— <i>maritimus.</i>
<i>Salix triandra.</i>	<i>Carex riparia.</i>
— <i>purpurea.</i>	— <i>paludosa.</i>
<i>Leucoium aestivum.</i>	<i>Arundo phragmites.</i>
<i>Juncus effusus.</i>	

et en outre un certain nombre d'espèces des marais.

5° Tourbières spongieuses ou à Sphagnum. — Nous désignons sous ce nom, proposé par MM. Cosson et Germain, ces tourbières inondées, à sol tremblant et spongieux formé par un épais tapis de détritux végétaux et de *Sphagnum* qui ne végètent plus que par leur partie supérieure. Leur végétation est très-bien caractérisée et comprend beaucoup d'espèces spéciales.

A. Espèces spéciales aux tourbières spongieuses :

<i>Drosera intermedia.</i>	<i>Spiranthes aestivalis.</i>
— <i>rotundifolia.</i>	<i>Epipactis palustris.</i>
<i>Elodes palustris.</i>	<i>Schœnus albus.</i>
<i>Epilobium hirsutum.</i>	— <i>fuscus.</i>
<i>Hydrocotyle vulgaris.</i>	— <i>nigricans.</i>
<i>Valerianella dioica.</i>	<i>Eriophorum angustifolium.</i>
<i>Galium boreale.</i>	<i>Narthecium ossifragum.</i>
<i>Myosotis palustris.</i>	<i>Carex pulicaris.</i>
<i>Pedicularis sylvatica.</i>	— <i>stellulata.</i>
<i>Veronica scutellata.</i>	— <i>panicea.</i>
<i>Myrica gale.</i>	<i>Lycopodium inundatum.</i>
<i>Juncus supinus.</i>	

B. Caractéristiques, mais moins répandues :

<i>Ptychotis Thorei.</i>	<i>Erica mediterranea.</i>
--------------------------	----------------------------

C. Lorsque ces tourbières sont ombragées, la plupart des espèces précédentes disparaissent, mais on trouve :

<i>Chrysosplenium oppositifolium.</i>	<i>Cladium mariscus.</i>
<i>Campanula hederacea.</i>	<i>Osmunda regalis.</i>
<i>Euphorbia dulcis.</i>	<i>Polystichum thelypteris.</i>
<i>Listera ovata.</i>	— <i>filix-mas.</i>
<i>Carex paniculata.</i>	<i>Asplenium filix-femina.</i>
— <i>biligularis.</i>	

D. Les espèces suivantes se trouvent dans les tourbières spongieuses, mais elles supportent un sol moins aqueux et passent sur les sables tourbeux :

<i>Bunium verticillatum.</i>	<i>Carex ovalis.</i>
<i>Lobelia urens.</i>	— <i>Oederi.</i>
<i>Erica ciliaris.</i>	— <i>flava.</i>
<i>Gentiana pneumonanthe.</i>	— <i>punctata.</i>
<i>Anagallis tenella.</i>	— <i>panicca.</i>

E. Quelques espèces des tourbières se retrouvent dans d'autres stations (bois, prairies humides, etc.) :

<i>Trifolium patens.</i>	<i>Gymnadenia conopsea.</i>
<i>Primula grandiflora.</i>	<i>Platanthera chlorantha.</i>
<i>Veronica montana.</i>	<i>Narcissus pseudo-narcissus.</i>

6° **Tourbières sèches ou sables tourbeux.** — Elles forment le passage des tourbières précédentes à certaines prairies, et on pourrait, dans beaucoup de cas, les désigner sous le nom de pelouses tourbeuses. Nous les prenons ici dans l'état de nature; quand elles sont cultivées en prairies, elles passent dans une autre catégorie. Elles ont un certain nombre de plantes propres ou au moins très-préférentes.

A. Plantes des tourbières sèches :

<i>Polygala depressa.</i>	<i>Cicendia pusilla.</i>
<i>Cardamine parviflora.</i>	— <i>filiformis.</i>
<i>Viola lancifolia.</i>	<i>Salix repens.</i>
<i>Sagina subulata.</i>	<i>Daphne cneorum.</i>
<i>Radiola linoides.</i>	<i>Narcissus bulbocodium.</i>
<i>Genista anglica.</i>	<i>Ixia bulbocodium.</i>
<i>Illecebrum verticillatum.</i>	<i>Allium ericetorum.</i> Thore.
<i>Gnaphalium luteo-album.</i>	<i>Juncus pygmaeus.</i>

B. En outre, toutes les plantes D de la station précédente.

C. On y voit encore quelques espèces appartenant à d'autres stations (bois, etc.) :

<i>Erica scoparia.</i>	<i>Ulex Europæus.</i>
<i>Ulex nanus.</i>	<i>Serratula tinctoria</i> , etc.

7^o **Sables arides.**— Les sables siliceux purs et incohérents, non à l'état de pelouses, fournissent une végétation particulière, qui est celle des landes proprement dites abandonnées à elles-mêmes. Mais ces sables passent insensiblement d'un côté aux pelouses, de l'autre aux tourbières.

A. Sables des landes arides :

<i>Cistus umbellatus.</i>	<i>Phytolacca decandra.</i>
<i>Asterocarpus Clusii.</i>	<i>Thesium humifusum.</i>
<i>Tribulus terrestris.</i>	<i>Scilla autumnalis.</i>
<i>Sisymbrium sophia.</i>	<i>Allium paniculatum.</i>
<i>Thlaspi arenarium.</i> Jordan.	<i>Carex arenaria.</i>
<i>Biscutella lœvigata.</i>	<i>Agrostis setacea.</i>
<i>Potentilla splendens.</i>	<i>Kæleria albescens.</i>
<i>Medicago Gerardi.</i>	<i>Corynephorus canescens.</i>
— <i>minima.</i>	<i>Festuca Lachenalii.</i>
<i>Plantago subulata.</i>	<i>Avena sulcata.</i>
— <i>arenaria.</i>	

B. Les espèces suivantes, très-communes dans les sables purs, se retrouvent dans les bois de pins et les taillis sablonneux des landes :

<i>Cistus alyssoides.</i>	<i>Ornithopus perpusillus.</i>
— <i>salvifolius.</i>	— <i>ebracteatus.</i>
<i>Arenaria montana.</i>	<i>Lupinus reticulatus.</i>
<i>Sinapis cheiranthus.</i>	<i>Elea nanus.</i>
<i>Teesdalia nudicaulis.</i>	— <i>europæus.</i>
<i>Erica cinerea.</i>	<i>Anthericum planifolium.</i>
<i>Sedum reflexum.</i>	<i>Asphodelus albus.</i>
<i>Sarothamnus scoparius.</i>	<i>Avena Thorci.</i>

C. Les suivantes se retrouvent dans d'autres stations sablonneuses, pelouses ou terres cultivées :

<i>Silene Portensis.</i>	<i>Linaria juncea.</i>
<i>Spergula pentandra.</i>	<i>Thymus serpyllum.</i>
<i>Vicia lathyroides.</i>	<i>Cynodon dactylon.</i>
<i>Hypochaeris glabra.</i>	<i>Avena strigosa.</i>

D. Les suivantes, enfin, passent sur des stations différentes, non sablonneuses :

<i>Herniaria glabra.</i>	<i>Jasione montana.</i>
<i>Asperula cynanchica.</i>	<i>Linaria supina.</i>
<i>Galium verum.</i>	<i>Agrostis vulgaris.</i>
<i>Anthemis mixta.</i>	<i>Festuca ciliata.</i>

8^o **Pelouses naturelles.** — L'influence du sol sur la végétation agit dans les pelouses avec toute son intensité, comme on en jugera par les listes suivantes.

A. Plantes des pelouses sablonneuses :

<i>Ranunculus parviflorus.</i>	<i>Ornithopus sativus.</i>
<i>Papaver argemone.</i>	— <i>compressus.</i>
<i>Helianthemum guttatum.</i>	— <i>ebracteatus.</i>
<i>Silene bicolor.</i>	— <i>perpusillus.</i>
<i>Dianthus prolifer.</i>	<i>Vicia lathyroides.</i>
<i>Manchia erecta.</i>	<i>Lathyrus angulatus,</i>
<i>Cerastium pumilum.</i>	<i>Hypochæris glabra.</i>
<i>Cerastium semi-decandrum.</i>	<i>Stachys arvensis.</i>
<i>Fumaria Vaillantii.</i>	<i>Thymus serpyllum.</i>
<i>Potentilla splendens.</i>	<i>Salvia verbenaca.</i>
<i>Genista pilosa.</i>	<i>Thesium humifusum.</i>
<i>Medicago Gerardi.</i>	<i>Luzula campestris.</i>
— <i>minima.</i>	<i>Avena caryophyllea.</i>
<i>Trifolium Perreymondi.</i>	<i>Triodia decumbens.</i>
— <i>scabrum.</i>	

B. Plantes des pelouses et des friches des terrains graveleux :

<i>Dianthus prolifer.</i>	<i>Phalaris phleoides.</i>
<i>Manchia erecta.</i>	<i>Avena caryophyllea.</i>
<i>Potentilla argentea.</i>	<i>Bromus mollis.</i>
<i>Medicago orbicularis,</i>	<i>Hordeum maritimum.</i>
<i>Hieracium auricula.</i>	<i>Dorycnium suffruticosum.</i>
<i>Verbascum thapsus.</i>	<i>Trifolium angustifolium.</i>
<i>Prunella alba.</i>	<i>Juniperus communis.</i>
<i>Chondrilla juncea.</i>	<i>Carlina vulgaris.</i>
<i>Andropogon ischæmum.</i>	

C. Plantes des pelouses des terrains argileux :

<i>Nasturtium sylvestre.</i>	<i>Tussilago farfara.</i>
<i>Senebiera coronopus.</i>	<i>Spiranthes autumnalis.</i>
<i>Potentilla anserina.</i>	<i>Carex glauca.</i>
<i>Bupleurum tenuissimum.</i>	

D. Plantes des pelouses rocailleuses et des friches calcaires :

<i>Anemone pulsatilla.</i>	<i>Carlina vulgaris.</i>
<i>Papaver hybridum.</i>	<i>Peucedanum cervaria.</i>
<i>Fumaria muralis.</i>	<i>Globularia vulgaris.</i>
— <i>officinalis.</i>	<i>Teucrium chamædrys,</i>
<i>Diploxaxis muralis.</i>	— <i>montanum.</i>
— <i>viminea.</i>	— <i>botrys.</i>
<i>Iberis amara.</i>	<i>Stachys annua.</i>
<i>Hutchinsia petræa.</i>	<i>Ophrys myodes.</i>
<i>Poterium muricatum.</i>	— <i>pseudo-speculum, D. C.</i>
<i>Anthyllis vulneraria.</i>	<i>Helianthemum vulgare.</i>
<i>Medicago orbicularis.</i>	<i>Linum tenuifolium.</i>
<i>Hippocrepis comosa.</i>	<i>Dianthus carthusianorum.</i>
<i>Seseli montanum.</i>	<i>Inula montana.</i>
<i>Pimpinella saxifraga.</i>	<i>Ajuga chamæpitys.</i>
<i>Cirsium acaule.</i>	<i>Carex gynobasis.</i>
<i>Carduncellus mitissimus.</i>	

E. Les plantes suivantes n'ont pas de préférence bien marquée, à notre connaissance du moins. Il est rare cependant qu'elles se retrouvent dans toutes les quatre stations précédentes indifféremment :

<i>Polygala vulgaris.</i>	<i>Anthemis mixta.</i>
<i>Arabis Thaliana.</i>	<i>Taraxacum officinale.</i>
<i>Cardamine hirsuta.</i>	<i>Thrinchia hirta.</i>
<i>Draba verna.</i>	<i>Fasione montana.</i>
— <i>muralis.</i>	<i>Myosotis hispida.</i>
<i>Capsella bursa-pastoris.</i>	— <i>versicolor.</i>
<i>Dianthus prolifer.</i>	<i>Euphrasia officinalis.</i>
<i>Linum anjustifolium.</i>	<i>Plantago major.</i>
— <i>catharticum.</i>	— <i>lanceolata.</i>
<i>Galium verum.</i>	— <i>coronopus.</i>
<i>Erigeron acris.</i>	<i>Polygonum aviculare.</i>
<i>Bellis perennis.</i>	<i>Carex præcor.</i>

9^o **Rochers.**—On passe à la flore rupestre par celle des friches rocailleuses (groupe 8 D). Une grande partie des plantes de cette dernière station se retrouvent sur les rochers. Quelques-unes cependant sont spéciales à ceux-ci, comme quelques-autres sont propres aux pelouses. Certains végétaux recherchent en effet les escarpements abruptes, les expositions apriques et variées, que les rochers seuls peuvent leur offrir.

<i>Helleborus foetidus.</i>	<i>Rhus coriaria.</i>
<i>Helianthemum vulgare.</i>	<i>Centranthus ruber.</i>
<i>Fumana procumbens.</i>	<i>Centaurea aspera.</i>
<i>Reseda phyteuma.</i>	<i>Cirsium eriophorum.</i>
— <i>lutea.</i>	<i>Leucanthemum corymbosum.</i>
<i>Polygala calcarea.</i>	<i>Helichrysum stachas.</i>
<i>Silene nutans.</i>	<i>Phillyrea stricta.</i>
<i>Arabis Gerardi.</i>	<i>Luzula Forsteri.</i>
<i>Linum strictum.</i>	<i>Asplenium trichomanes</i>
<i>Sedum micranthum.</i>	<i>Scolopendrium officinale.</i>
<i>Rhamnus alaternus.</i>	<i>Adiantum capillus-veneris.</i>

Les deux dernières dans les parties ombragées, fraîches ou scaturigineuses.

10^o **Bois.**—Ils offrent une végétation assez variée, suivant qu'ils sont humides, secs, montueux, etc. Mais les principales différences nous sont fournies par les bois de pins et les bois d'arbres à larges feuilles.

A. Plantes des bois de pins des landes sablonneuses :

<i>Cistus salvifolius.</i>	<i>Calluna vulgaris.</i>
— <i>alyssoides.</i>	<i>Senecio sylvaticus.</i>
<i>Arenaria montana.</i>	<i>Hieracium umbellatum.</i>
<i>Adenocarpus complicatus.</i>	<i>Teucrium scorodonia.</i>
<i>Erica scoparia.</i>	<i>Pinus maritima.</i>
— <i>cinerea.</i>	

Il faut ajouter à cette énumération tout le groupe 7 B.

B. Plantes des bois et taillis des landes. Ils sont presque entièrement formés de *Quercus Toza*; on y trouve avec une partie des espèces précédentes :

<i>Hypericum montanum.</i>	<i>Convallaria polygonatum.</i>
<i>Orobus tuberosus.</i>	<i>Scilla verna.</i>
<i>Conopodium denudatum.</i>	<i>Serapias cordigera.</i>
<i>Ilex aquifolium.</i>	<i>Epipactis latifolia (rare).</i>
<i>Solidago virga-aurea.</i>	<i>Orchis maculata.</i>
<i>Quercus Toza.</i>	<i>Triodia decumbens.</i>

C. Taillis et bois montueux secs, formés surtout de *Quercus sessiliflora*, *Quercus Toza*, et *Quercus pedunculata* :

<i>Ranunculus nemorosus.</i>	<i>Oenanthe pimpinelloides.</i>
<i>Aquilegia vulgaris.</i>	<i>Hedera helix.</i>
<i>Helleborus viridis.</i>	<i>Serratula tinctoria.</i>
<i>Viola odorata.</i>	<i>Hieracium murorum.</i>
<i>Silene nutans.</i>	— <i>sylvaticum.</i>
<i>Androsæmum officinale.</i>	<i>Vinca minor.</i>
<i>Hypericum pulchrum.</i>	<i>Pulmonaria officinalis.</i>
— <i>montanum.</i>	<i>Lithospermum purpureo-caruleum.</i>
— <i>hirsutum.</i>	<i>Melampyrum pratense.</i>
<i>Rubus nemorosus.</i>	<i>Betonica officinalis.</i>
<i>Cotoneaster pyracantha.</i>	<i>Narcissus pseudo-narcissus.</i>
<i>Ulex europæus.</i>	<i>Euphorbia amygdaloides.</i>
— <i>nanus.</i>	<i>Convallaria multiflora.</i>
<i>Astragalus glycyphyllos.</i>	<i>Luzula Forsteri.</i>
<i>Trifolium medium.</i>	<i>Epipactis ensifolia.</i>
<i>Coronilla emerus.</i>	<i>Orchis maculata.</i>
<i>Orobus niger.</i>	<i>Carex polyrrhiza.</i>
— <i>tuberosus.</i>	<i>Aira flexuosa.</i>
<i>Ilex aquifolium.</i>	<i>Brachypodium sylvaticum.</i>
<i>Calluna vulgaris.</i>	<i>Pteris aquilina.</i>
<i>Erica cinerea.</i>	<i>Polypodium vulgare.</i>
— <i>scoparia.</i>	

D. Dans les parties humides ou très-ombragées, la plupart des espèces précédentes disparaissent et on trouve :

<i>Anemone nemorosa.</i>	<i>Campanula glomerata.</i>
<i>Sisymbrium alliaria.</i>	<i>Mercurialis perennis.</i>
<i>Spiræa ulmaria.</i>	<i>Iris fœtidissima.</i>
<i>Circæa lutetiana.</i>	<i>Carex maxima.</i>
<i>Sanicula europæa.</i>	<i>Melica uniflora.</i>
<i>Valeriana officinalis.</i>	<i>Bromus giganteus.</i>
<i>Phyteuma spicatum.</i>	— <i>asper.</i>
<i>Symphytum tuberosum.</i>	<i>Aspidium angulare.</i>
<i>Campanula trachelium.</i>	

E. Bois des terrains gras et argileux (surtout alluvions) :

<i>Ranunculus auricomus.</i>	<i>Allium ursinum.</i>
<i>Sisymbrium alliaria.</i>	<i>Fritillaria meleagris.</i>
<i>Viola sylvatica.</i>	<i>Carex sylvatica.</i>
<i>Veronica montana.</i>	— <i>maxima.</i>

11° Prairies. — Jusqu'ici nous avons étudié des stations parfaitement naturelles, dans lesquelles les plantes végètent librement et spontanément. Nous allons passer maintenant à l'examen d'une autre série de stations que l'on pourrait appeler artificielles parce qu'elles ont été créées en quelque sorte par le travail de l'homme. Elles offrent un ensemble de circonstances qui permettent à certaines plantes de prendre un plus grand développement, de se propager plus abondamment. Il n'est qu'un petit nombre de ces plantes qui ne se retrouvent pas, il est vrai, dans d'autres stations naturelles, mais elles sont loin d'y être aussi abondantes que dans celles que nous allons examiner; elles peuvent, par conséquent, servir à caractériser ces dernières, sinon d'une manière absolue, au moins d'une manière relative.

A. Plantes communes à-peu-près à toutes les prairies :

<i>Ranunculus bulbosus.</i>	<i>Thrinicia hirta.</i>
— <i>repens.</i>	<i>Plantago lanceolata.</i>
— <i>acris.</i>	— <i>major.</i>
<i>Polygala vulgaris.</i>	<i>Rhinanthus major.</i>
<i>Lychnis flos-cuculi.</i>	<i>Rumex acetosa.</i>
<i>Silene pratensis.</i>	— <i>acetosella.</i>
<i>Dianthus armeria.</i>	<i>Polygonum aviculare.</i>
<i>Medicago lupulina.</i>	<i>Muscari comosum.</i>
<i>Trifolium repens.</i>	<i>Luzula campestris.</i>
— <i>subterraneum.</i>	<i>Orchis morio.</i>
— <i>incarnatum.</i>	<i>Serapius lingua.</i>
<i>Lathyrus pratensis.</i>	<i>Spiranthes autumnalis.</i>
<i>Daucus carota.</i>	<i>Anthoxanthum odoratum.</i>
<i>Anthriscus sylvestris.</i>	<i>Agrostis vulgaris.</i>
<i>Scabiosa succisa.</i>	<i>Poa pratensis.</i>
<i>Senecio jacobæa.</i>	<i>Dactylis glomerata.</i>
<i>Leucanthemum vulgare.</i>	<i>Festuca duriuscula.</i>
<i>Taraxacum officinale.</i>	<i>Bromus racemosus.</i>
<i>Hieracium pilosella.</i>	<i>Arrhenatherum elatius.</i>
<i>Hypochaeris radicata.</i>	<i>Lolium perenne.</i>

B. Plantes des prairies sèches ou sablonneuses :

<i>Dianthus prolifer.</i>	<i>Plantago coronopus.</i>
<i>Menchia erecta.</i>	<i>Salvia verbenaca.</i>
<i>Trifolium ochroleucum.</i>	<i>Chamagrostis minima.</i>
— <i>procumbens.</i>	<i>Briza media.</i>
<i>Galium verum.</i>	<i>Bromus erectus.</i>
<i>Crepis taraxacifolia.</i>	

C. Plantes des prairies fraîches, ou humides, ou tourbeuses :

<i>Cardamine pratensis.</i>	<i>Orchis latifolia.</i>
<i>Trifolium patens.</i>	— <i>laxiflora.</i>
<i>Silvaus pratensis.</i>	— <i>ustulata.</i>
<i>Galium mollugo.</i>	— <i>viridis.</i>
<i>Scorzonera humilis.</i>	— <i>coriophora.</i>
<i>Primula officinalis.</i>	<i>Carex glauca.</i>
<i>Ajuga reptans.</i>	— <i>hirta.</i>
<i>Galanthus nivalis.</i>	— <i>punctata.</i>
<i>Juncus effusus.</i>	— <i>distans.</i>
— <i>glaucus.</i>	<i>Festuca arundinacea.</i>
— <i>obtusiflorus.</i>	<i>Triodia decumbens.</i>
<i>Ophrys fusca.</i>	

D. Plantes des prairies des *palus*, (1) ou des terrains gras argileux :

<i>Cardamine pratensis.</i>	<i>Carex divisa.</i>
<i>Barbarea vulgaris.</i>	— <i>glauca.</i>
<i>Trifolium maritimum.</i>	— <i>hirta.</i>
— <i>patens.</i>	— <i>distans.</i>
<i>Tussilago farfara.</i>	<i>Panicum digitaria.</i>
<i>Tragopogon pratensis.</i>	<i>Alopecurus bulbosus.</i>
<i>Leontodon autumnalis.</i>	<i>Festuca arundinacea.</i>
<i>Aristolochia rotunda.</i>	<i>Triticum caninum.</i>
<i>Colchicum autumnale.</i>	<i>Hordeum secalinum.</i>

On comprend que les plantes qui viennent d'être énumérées ne sont pas toutes exclusives ; nous en avons classé un grand nombre sous le rapport de leur préférence.

12° Moissons.—La flore messicole éprouve de grands changements en rapport avec les modifications du sol. Les plantes que nous allons citer sont généralement particulières aux trois facies les plus distincts que peuvent présenter les moissons, à savoir : 1° celles des sables siliceux presque purs (culture du seigle) ; 2° celles des terrains argilo-siliceux (culture du blé) ; 3° celles des terrains calcaires (culture de l'avoine).

A. Moissons des sables siliceux des landes (seigle) :

<i>Silene Portensis.</i>	<i>Lithospermum officinale.</i>
<i>Manchia erecta.</i>	<i>Galeopsis ochroleuca.</i>
<i>Neslia paniculata.</i>	<i>Convolvulus arvensis.</i>
<i>Valerianella coronata.</i>	<i>Rumex bucephalophorus.</i>
<i>Chrysanthemum segetum.</i>	<i>Anthoxanthum Puelii.</i>
<i>Arnosericus pusilla.</i>	<i>Cynosurus echinatus.</i>

(1) On nomme ainsi dans la Gironde le pays d'alluvion.

B. Moissons des terrains argilo-siliceux (blé) :

<i>Ranunculus philonotis.</i>	<i>Torilis helvetica.</i>
<i>Vicia villosa.</i>	<i>Scandix pecten.</i>
— <i>sativa.</i>	<i>Valerianella auricula.</i>
— <i>angustifolia.</i>	<i>Prismatocarpus speculum.</i>
— <i>lutea.</i>	<i>Bartsia viscosa.</i>
<i>Lathyrus aphaca.</i>	<i>Veronica arvensis.</i>
— <i>sativus.</i>	— <i>acinifolia.</i>
— <i>hirsutus.</i>	<i>Tulipa oculus-solis</i> (rare).
<i>Crassula rubens.</i>	

C. Moissons des terrains calcaires (avoine) :

<i>Iberis amara</i>	<i>Galeopsis ladanum.</i>
<i>Coronilla scorpioides.</i>	<i>Ajuga chamæpitys.</i>
<i>Caucalis daucoïdes.</i>	<i>Stachys annua.</i>
<i>Turgenia latifolia.</i>	<i>Allium sphaerocephalum.</i>
<i>Bupleurum protractum.</i>	<i>Gladiolus segetum.</i>

D. Plantes communes à toutes les moissons :

<i>Ranunculus arvensis.</i>	<i>Filago germanica.</i>
<i>Papaver Rhœas.</i>	<i>Euphorbia exigua.</i>
<i>Agrostemma githago.</i>	<i>Festuca pseudo-myuros.</i>
<i>Spergula arvensis.</i>	— <i>sciuroïdes.</i>
<i>Viola arvensis.</i>	<i>Avena sativa.</i>
<i>Alchemilla arvensis.</i>	<i>Triticum repens.</i>
<i>Medicago polycarpa.</i>	<i>Lolium temulentum.</i>
<i>Trifolium arvense.</i>	— <i>multiflorum.</i>
<i>Eryum hirsutum.</i>	— <i>arvense.</i>
<i>Scleranthus annuus.</i>	

13^o **Jachères.** — Je crois utile de faire une station particulière des jachères ou guérets parce que les conditions biologiques que les plantes y rencontrent sont assez dissemblables de celles qu'elles trouveraient dans les moissons. Du reste, la grande différence qui existe entre les deux flores provient surtout de ce que la plupart des plantes des jachères sont estivales ou automnales, tandis que celles des moissons sont printanières. On pourrait joindre à cette station les terres cultivées en vignes, parce qu'elles possèdent des caractères assez semblables dans beaucoup de cas. Nous établirons dans ce treizième groupe des subdivisions correspondantes à celles que nous avons distinguées pour les moissons.

A. Jachères des terrains sablonneux :

<i>Silene Portensis.</i>	<i>Convolvulus arvensis.</i>
<i>Corrigiola littoralis.</i>	<i>Linaria juncea.</i>
<i>Papaver argemone.</i>	— <i>Pelisseriana.</i>
<i>Artemisia campestris.</i>	<i>Cynodon dactylon.</i>
<i>Erigeron canadense.</i>	<i>Gastridium lendigerum.</i>
<i>Calendula arvensis.</i>	<i>Avena strigosa.</i>

B. Jachères des terrains sablonneux :

<i>Reseda luteola.</i>	<i>Matricaria chamomilla.</i>
<i>Gypsophila muralis.</i>	<i>Tolpis barbata.</i>
<i>Cerastium vulgatum.</i>	<i>Antirrhinum orontium.</i>
<i>Raphanus sativus.</i>	<i>Linaria elatine.</i>
<i>Linum gallicum.</i>	<i>Euphrasia serotina.</i>
<i>Trifolium fragiferum.</i>	<i>Galeopsis ladanum.</i>
<i>Ammi majus.</i>	<i>Atriplex patula.</i>
<i>Petroselinum segetum.</i>	<i>Panicum sanguinale.</i>
<i>Inula graveolens.</i>	<i>Gastridium lendigerum.</i>

C. Jachères des terrains calcaires :

<i>Delphinium Ajacis.</i>	<i>Turgenia latifolia.</i>
<i>Papaver hybridum.</i>	<i>Ajuga chemæpitys.</i>
<i>Althæa hirsuta.</i>	<i>Teucrium botrys.</i>
<i>Iberis amara.</i>	<i>Stachys annua.</i>
<i>Scorpiurus subvillosa.</i>	<i>Calamintha acinos.</i>
<i>Coronilla scorpioides.</i>	<i>Euphorbia falcata.</i>
<i>Caucalis daucoides.</i>	— <i>verrucosa.</i>

D. Plantes communes à toutes les jachères :

<i>Spergula arvensis.</i>	<i>Matricaria inodora.</i>
<i>Silene gallica.</i>	<i>Anthemis mixta.</i>
<i>Cerastium viscosum.</i>	— <i>cotula.</i>
<i>Raphanus raphanistrum.</i>	<i>Cirsium arvense.</i>
<i>Viola tricolor. var.</i>	<i>Anagallis arvensis.</i>
<i>Trifolium repens.</i>	<i>Mercurialis annua.</i>
— <i>arvense.</i>	<i>Chenopodium album.</i>
<i>Scleranthus annuus.</i>	<i>Alopecurus agrestis.</i>
<i>Polycarpon tetraphyllum.</i>	<i>Holcus lanatus.</i>
<i>Filago germanica.</i>	

Pour compléter l'examen des stations botaniques du département de la Gironde, il nous resterait à passer en revue la flore des haies et des buissons, celle des décombres et des murailles, celle du voisinage des lieux habités, enfin celle des chemins et des routes ou autres lieux fréquemment foulés par le passage des hommes ou des animaux. Mais comme ces stations n'occupent qu'une très-minime portion de la surface du pays, et que, d'ailleurs, elles ne fournissent aucune donnée relativement à la question de l'influence du sol, nous les passerons sous silence.

Nous ferons observer que toutes les listes que nous avons données ne sont et ne peuvent être relatives qu'à notre champ d'études, et que, dans une autre région, elles pourraient sembler inexactes. Il suffit, en effet, d'ouvrir quelques flores locales pour se convaincre que telle espèce qui demande un terrain sec dans certains pays, peut rechercher

un terrain humide dans un autre. Il paraîtrait, d'ailleurs, qu'une même plante peut se contenter d'un sol de moins en moins humide à mesure que son habitation devient plus septentrionale. (1)

Des rapports qui existent entre le mode de répartition des plantes et la constitution géologique du pays.

Après avoir indiqué les principaux traits qui distinguent les différentes stations botaniques de notre champ d'études, nous allons rechercher comment ces stations sont distribuées et comment, par suite de cette distribution, elles concourent à donner aux différentes parties de notre pays leur caractère floral particulier. Nous les verrons en relation directe avec la nature du sol et avec les principaux accidents topographiques de la contrée, accidents qui résultent eux aussi, en grande partie, de sa constitution géologique, de sorte qu'en définitive nous sommes ramenés à examiner les rapports qui existent entre la distribution des végétaux de notre région et l'étendue superficielle des terrains qui en forment le sol.

Afin d'éviter les longueurs et les périphrases, nous emploierons la terminologie proposée par M. Thurmann, et qui est relative aux différents états mécaniques et hygroscopiques sous lesquels le sol peut se présenter. Comme cette terminologie n'a encore été employée que par son auteur, il est important de rappeler ici sommairement les principes qui en font la base.

Les roches s'altèrent avec une facilité plus ou moins grande au contact des agents atmosphériques; cette altération, très-lente et presque nulle chez les unes est très-rapide chez d'autres. Il en résulte que celles-ci donnent naissance à un détritit abondant, et M. Thurmann leur a donné le nom d'*eugéogènes*. Les premières, au contraire, ne produisent qu'un détritit très-faible, et M. Thurmann leur donne l'épithète de *dysgéogènes*.

Certaines roches, par leur désagrégation, tendent à produire des détritits dont la divisibilité appréciable est infinie; la limite extrême de cette divisibilité est l'état terreux, et ces roches sont dites *pélogènes*. Dans d'autres roches, la divisibilité a une limite, et cette limite extrême est l'état sableux; elles sont dites *psammogènes*.

Les roches varient par leur aptitude plus ou moins grande à se laisser imbiber par l'eau, selon leur degré de porosité, d'où résulte leur état ou leur capacité hygroscopique. Ainsi, tandis que les marnes, les

(1) THURMANN. *Essai de Phytostatique*, t. I, p. 403.

sables, absorbent aisément ce liquide, un calcaire compacte n'est mouillé qu'à sa surface et n'est nullement pénétré par lui. Les roches absorbantes donneront lieu à des stations fraîches ou humides, les roches non absorbantes à des stations sèches. On comprend, dès à présent, l'importance de l'aptitude à la désagrégation, les roches eugéogènes devant produire des sols plus hygroscopiques par la division de leurs éléments que les roches dysgéogènes, de telle sorte que les premières fourniront généralement des stations plus fraîches que les secondes.

Il faut distinguer en outre la *perméabilité*, ou faculté que possèdent certaines roches de se laisser traverser en grand par l'eau sans être pour cela pénétrées par elle en petit. La perméabilité des calcaires, traversés par des fissures et des fentes nombreuses, est bien connue; celle des argiles est presque nulle, mais, en revanche, leur hygroscopicité est très-grande. C'est de ces inégalités de perméabilité que résultent les sources.

On peut établir deux catégories de plantes, l'une comprenant les espèces qui recherchent la fraîcheur ou l'humidité, ce sont les *hygrophiles*, l'autre comprenant celles qui recherchent les stations sèches, ce sont les *xérophiles*. D'après ce qui précède, on voit que la première de ces catégories correspond généralement aux roches sous-jacentes eugéogènes, la deuxième aux roches dysgéogènes.

Après avoir déterminé la valeur des expressions que nous allons être obligé d'employer à chaque instant, nous allons étudier le mode de répartition des végétaux ou des stations dans notre champ d'observation.

Le département de la Gironde est nettement divisé en deux parties à-peu-près égales par la vallée de la Garonne et de la Gironde, et ces deux parties présentent de grandes différences dans leur orographie et leur constitution géognostique. A l'Ouest s'étend un pays plat, sablonneux; à l'Est, s'élève un pays de côtes qui est lui-même subdivisé par la vallée de la Dordogne en deux parties qui offrent encore des différences assez marquées, quoique d'une moindre importance que celles qui existent entre les Landes d'une part et la région montueuse de l'autre. Nous étudierons successivement chacune de ces trois subdivisions, puis les grandes vallées.

1^o PARTIE OCCIDENTALE, OU LANDES PROPREMENT DITES.

Les Landes forment un triangle dont la base est la limite des départements de la Gironde et des Landes, le côté oriental la vallée de la Gironde et de la Garonne, le côté occidental l'Océan. Elles sont séparées de l'Océan par la chaîne des dunes qui appartient à la zone ma-

ritime. Celle-ci nous paraît avoir été suffisamment caractérisée par ce que nous avons dit.

Cette partie du département offre partout un pays plat et uni, excepté dans la partie S.-E., dans l'arrondissement de Bazas, où elle s'accidente et rappelle jusqu'à un certain point l'aspect du pays de côteaux de la rive droite de la Garonne. Elle est traversée par deux cours d'eau principaux : la Leyre qui se jette dans l'Océan par le bassin d'Arcachon, le Ciron qui vient déboucher dans la Garonne. Il y a en outre une foule de petits ruisseaux de faible importance qui se rendent dans la Gironde et la Garonne et dont les principaux sont du N. au S. : la Jalle-de-Béchevelle, la Jalle-de-Blanquefort, l'Eau-Bourde, l'Eau-Blanche, le ruisseau de La Brède, le Gua-Mort et le ruisseau de Bazas.

Les terrains qui entrent dans la constitution géologique de la plaine des Landes sont le diluvium, les terrains pliocène, miocène et éocène, et un ou deux lambeaux de terrain crétacé. Le sable des Landes qui appartient au terrain pliocène a seul un grand développement superficiel; il recouvre tout le pays d'une nappe uniforme, et ce n'est que dans les dépressions parcourues par les cours d'eau que l'on voit affleurer les terrains inférieurs. Le sable des Landes est recouvert, dans le voisinage de la vallée de la Garonne, par une couche peu épaisse de cailloux diluviens.

Au-dessous du sable des Landes affleurent, dans les vallons, des roches diverses que nous allons mentionner rapidement : 1° les faluns sont des sables calcaréo-siliceux qui renferment une immense quantité de débris de coquilles passées à l'état calcaire; ils sont associés fréquemment à des molasses quelquefois assez solides pour être exploitées comme mauvais moellon, et appartiennent, les uns au terrain pliocène inférieur, les autres au terrain miocène supérieur; 2° les deux calcaires d'eau douce miocènes qui subdivisent les faluns en trois groupes sont compactes ou marneux, et n'ont qu'un faible développement; 3° le calcaire à Astéries, qui appartient au terrain miocène inférieur, est généralement grossier, caverneux, dur; il se montre dans un petit nombre de points, et ne forme des côteaux que dans le Bazadais; 4° le calcaire grossier éocène, limité au Médoc, aux environs de Saint-Estèphe et de Lesparre, a des caractères minéralogiques à-peu-près identiques à ceux du calcaire à Astéries; 5° les calcaires crétaqués du deuxième étage sont durs, compactes, se délitent en gros fragments, mais ne produisent qu'un faible détrit.

Le sable des Landes est entièrement et exclusivement siliceux, mais on rencontre souvent des dépôts d'argile à sa base, et dans son épaisseur se trouve à-peu-près constamment une couche ferrugineuse plus

ou moins consistante. Cette couche, qui a reçu le nom d'*alios*, est peu perméable; elle retient les eaux à sa surface, et elle est une des principales causes de la formation des tourbières. Celles-ci s'observent dans toutes les dépressions, dans tous les lieux bas où les eaux se réunissent sans pouvoir ni s'écouler ni être absorbées par suite de la présence de cette couche.

Le sol des Landes est essentiellement psammique; sa stérilité n'est qu'apparente et provient de plusieurs causes : 1^o de sa mobilité, qui ne permet pas à certains végétaux d'y trouver un point d'appui suffisant; 2^o de la facilité avec laquelle il se dessèche à la surface pendant les chaleurs, de sorte que la plupart des végétaux à racines peu profondes y périclissent; mais cette aridité n'est que superficielle, et l'on sait qu'à une petite profondeur le sable est dans un état constant d'humidité; 3^o de la couche stérile d'*alios*, souvent trop rapprochée de la surface, et qui arrête alors les racines des plantes dans leur développement. Les essais de culture entrepris ont prouvé qu'on peut remédier à ces différentes causes d'improductivité.

Les landes abandonnées à elles-mêmes offrent de vastes étendues découvertes caractérisées par toutes les plantes du groupe 7. Les *Ulex nanus* et *europæus*, l'*Erica cinerea*, s'y font remarquer en première ligne par leur extrême sociabilité, et sont entremêlés de touffes d'*Avena Thorei* et d'*Agrostis setacea*; les étendues de bruyères sont entrecoupées, dans les parties plus fraîches, par des pelouses dont le tapis est principalement formé par les plantes du groupe 8 A. Ces pelouses passent aux sables tourbeux caractérisés par les *Erica ciliaris*, *E. tetralix*, les *Ulex*, les *Daphne cneorum*, *Viola lancifolia*, *Polygala depressa*, etc. (groupe 6). Les tourbières spongieuses proprement dites sont limitées aux dépressions naturelles et au voisinage de certains ruisseaux, lorsque ceux-ci coulent sur des terrains très-plats qui permettent à leurs eaux de s'étendre sous forme stagnale. Elles ont une physionomie extrêmement tranchée, et le *Myrica gale* en est une des plantes les plus caractéristiques, ainsi que la plupart des espèces du groupe 5.

Nous ne nous sommes occupé jusqu'ici que des landes découvertes et abandonnées complètement à elles-mêmes. La culture s'efforce d'en tirer parti en les défrichant, en y semant le pin maritime. Les bois de pins ont une grande extension et réussissent bien presque partout, excepté dans les lieux tourbeux et inondés qui les repoussent absolument. Ils renferment en abondance toutes les espèces du groupe 10 A. Cà et là, il y a des taillis de *Quercus Toza*, dans lesquels les plantes du groupe 10 B se plaisent plus particulièrement.

Les prairies des landes sablonneuses ou tourbeuses sont toutes le

résultat de la culture. Nous avons mentionné les espèces qu'on y rencontre principalement (groupe 11 B.).

La culture des céréales n'occupe qu'une petite portion de la superficie des Landes. Le seigle, le maïs, le millet, le *Polygonum fagopyrum* sont les seules plantes qui soient cultivées en grand. Les moissons de seigle et celles plus rares de froment sont caractérisées par les plantes du groupe 12 A, et leurs jachères par celles du groupe 13 B.

Les petites lagunes, les flaques d'eau qui ne se dessèchent pas et qui ne se voient guère que dans les parties tourbeuses renferment, avec beaucoup de plantes des eaux tranquilles ordinaires, quelques espèces particulières, comme *Galium debile*, *Ranunculus hederaceus*, *R. ololeucos*, *R. tripartitus*, *Helosciadium inundatum*, *Alisma natans* (Voyez groupe 2.).

Nous avons parlé des terrains plus anciens qui affleurent au-dessous du sable des Landes. Les faluns, et surtout leurs molasses, sont des roches hémipsammiques dont les caractères, sous le rapport botanique, sont intermédiaires à ceux des sables et des calcaires. Elles sont assez meubles pour admettre encore un certain nombre de plantes des sables, assez solides pour que quelques xérophiles du groupe 8 D puissent y prospérer; telles sont : *Ajuga chamæpitys*, *Calamintha acinos*, *Arabis Gerardi*.

Les affleurements calcaires dysgéogènes des divers étages miocène inférieur, éocène et crétacé, ont des caractères stationnels encore plus tranchés. Isolés au milieu de grandes étendues de sables meubles, ils produisent une foule de plantes des pelouses rocailleuses et des rochers, qui forment comme des colonies perdues au milieu d'une toute autre végétation. Les xérophiles suivantes s'y trouvent alors, quelques-unes en abondance : *Fumana procumbens*, *Ajuga chamæpitys*, *Anthyllis vulneraria*, *Cirsium acaule*, *Teucrium montanum*, *Helianthemum vulgare*, *Dianthus carthusianorum*, *Linum tenuifolium*, *Arabis Gerardi*. Et dans les mêmes terrains, mais sur les lisières des bois et dans les buissons : *Spiræa filipendula*, *Geranium sanguineum*, *Aquilegia vulgaris*, *Inula salicina*.

2° PARTIE MÉDIANE OU ENTRE-DEUX-MERS.

On nomme Entre-deux-Mers cette partie triangulaire du département de la Gironde qui est comprise entre la Garonne et la Dordogne, et qui se termine en pointe au Bec-d'Ambès, confluent de ces deux fleuves.

L'Entre-deux-Mers est un pays de côteaux, accidenté, surtout au voisinage des grandes vallées, et qui va se relevant vers le S.-E.

La partie centrale présente souvent l'aspect d'un plateau qui atteint 101 mètres à Créon et 138 à Soussac, entre Sauveterre et Sainte-Foy. Les vallées, petites et nombreuses au N.-O., deviennent assez larges, assez profondes au S.-E., où elles sont plus éloignées les unes des autres. Les cours d'eau qui arrosent l'Entre-deux-Mers sont faibles et peu étendus; un seul offre quelque importance, c'est le Drot, dans la partie tout-à-fait austro-orientale.

Ce pays est constitué par les terrains suivants : le diluvium, le terrain miocène supérieur et inférieur, et le terrain éocène.

Le terrain éocène n'existe bien développé que dans la partie orientale de l'Entre-deux-Mers qui appartient au bassin de la Dordogne. Au sud d'une ligne allant de Branne à Sauveterre et Duras, il est presque partout recouvert par les terrains plus modernes et n'affleure qu'au fond des vallons. Il consiste en molasses le plus souvent sableuses, peu solides en général, mais se solidifiant quelquefois fortement par places. Ces molasses deviennent quelquefois argileuses et renferment des amas subordonnés d'argiles plus ou moins pures. La partie supérieure de ce terrain est formée par des calcaires d'eau douce blancs, rarement marneux, ordinairement durs et solides, avec menlières cavernieuses.

Le terrain miocène inférieur est entièrement formé par le calcaire à Astéries tendre ou dur; il renferme quelques amas lenticulaires d'argiles calcarifères. Ce calcaire acquiert une grande épaisseur à l'ouest d'une ligne tirée de Castillon à Sauveterre, mais il est souvent recouvert par le diluvium. Il se retrouve aussi au-dessus du terrain éocène dans la partie du pays dont nous avons indiqué plus haut sommairement la circonscription.

Le terrain miocène supérieur ne se développe que dans la partie orientale de l'Entre-deux-Mers, mais il occupe seulement la portion qui appartient au bassin hydrographique de la Garonne, et ne commence à avoir quelque importance qu'à l'est d'une ligne allant de Sauveterre à Sainte-Croix-du-Mont. Sa composition est assez variée; il comprend deux dépôts marins et deux dépôts d'eau douce. Ceux-ci sont des calcaires compactes ou argilifères, rarement marneux. Les dépôts marins consistent en molasses calcaires sableuses coquillières, généralement assez solides, et en argiles ou marnes principalement développées dans l'arrondissement de La Réole.

Le diluvium joue un rôle très-important pour l'objet qui nous occupe; il recouvre comme un épais manteau tous les plateaux et couronne tous les côteaux de la partie de l'Entre-deux-Mers qui appartient au versant de la Garonne. Sur le versant de la Dordogne, il est beaucoup moins développé et ne forme souvent que de minces dépôts superfi-

ciels. Ce diluvium consiste en amas puissants de gravier et de cailloux roulés de quartz, ordinairement ferrugineux, dans lesquels sont intercalées des masses de sable grossier. Vers la partie supérieure, il y a sur quelques points des argiles d'une grande pureté.

L'Entre-deux-Mers, envisagé en grand, est donc formé par le terrain miocène inférieur calcaire, au nord-ouest d'une ligne tirée de Castillon à Cadillac. La partie au sud-est de cette ligne est elle-même subdivisée en deux portions par une ligne allant à-peu-près de Sauverre à Duras, et au nord de laquelle le terrain éocène (molasses et calcaire d'eau douce) forme le sol, tandis qu'au Sud ce sont les terrains miocènes supérieurs. Il faut ajouter encore le diluvium, qui recouvre les hauteurs dans presque toute la partie qui dépend du bassin de la Garonne.

Le diluvium est un terrain eugéogène pélopsammique qui passe quelquefois à l'état psammique ou pélique sur de petites étendues. Quand il possède ses propriétés générales pélopsammiques, il produit un sol assez fertile, à moins de circonstances locales particulières, et ne perd cette fertilité que lorsque ses propriétés péliques ou psammiques deviennent très-prédominantes. Les principales cultures sur sol diluvien sont celles de la vigne, du blé, les prairies, les bois de chênes et de châtaigniers, ceux-ci ordinairement soumis à des coupes réglées. Dans les parties supérieures du diluvium, il y a des couches argilo-sableuses sans cailloux, plus répandues qu'on ne le croirait au premier abord, et qui contribuent à rendre le sol fertile. C'est ce dont on peut s'assurer en jetant un simple coup-d'œil sur les terres arables de l'Entre-deux-Mers, à Floirac, Cénon, Créon, etc., et on verra que les cailloux quartzeux y sont fort peu répandus. — Ce n'est que dans les parties centrales du plateau, vers Créon, que ces couches argileuses acquièrent une épaisseur notable et une importance géologique réelle.

Les moissons du diluvium pélopsammique sont caractérisées par les plantes du groupe 12 B, et leurs jachères par celles du groupe 13 B. Les prairies offrent presque toutes les plantes du groupe 11 C, c'est-à-dire qu'on y voit prédominer les hygrophiles péliques, quoique en moindre majorité que dans les prairies des alluvions vaseuses.

Les taillis et les bois nous offrent toutes les espèces du groupe 10 C, et dans les parties très-fraîches ou ombragées, celles du groupe 10 D. Comme ces bois sont ordinairement montueux, on y voit un passage insensible des stations assez sèches aux stations fraîches. Cependant on peut reconnaître d'un coup-d'œil le caractère hygrophile des plantes du groupe C, caractère qui devient de la dernière évidence dans le groupe D. Les pelouses, assez rares parce qu'on les a presque partout

transformées en prairies, n'ont pas de caractère propre bien tranché, mais on y trouve le plus souvent les espèces du groupe 8 B mêlées à un certain nombre d'autres.

Lorsque le diluvium prend un caractère psammique prononcé par suite de la rareté des argiles et de la prédominance du gravier, on observe des modifications correspondantes dans la flore. C'est ainsi qu'à Lormont on retrouve un certain nombre de plantes de nos stations sablonneuses des Landes : *Asterocarpus Clusii*, *Linaria Pelisseriana*, *Arenaria montana*, *Ornithopus roseus*. Dans les bois autour de Créon, le sol est assez divisé, assez riche en humus et assez frais pour nourrir les *Erica ciliaris*, *E. scoparia*, *Lobelia urens*, toutes plantes des tourbières un peu sèches. Dans quelques parties, au voisinage des sources, le sol est assez humide pour admettre le *Carex pulicaris* et le *Pinguicula lusitanica*, qui recherchent particulièrement les tourbières spongieuses.

Le gravier pur possède les caractères d'un sol psammique modifié par la compacité qu'il peut acquérir en se desséchant, par suite de la petite quantité d'argile mêlée à ses éléments sablonneux. Aussi voit-on apparaître assez fréquemment, sur les pelouses de cette nature, un certain nombre de xérophiles préférées ou exclusives (*Medicago orbicularis*, *Prunella alba*, *Dorycnium suffruticosum*, *Trifolium angustifolium*), mêlées à des espèces psammophiles (groupe 8 B). Dans certains lieux à-peu-près complètement stériles, on trouve d'autres espèces, comme *Carlina vulgaris*, *Oëgilops ovata* (rare), *Herniaria glabra*, et quand le sol devient assez meuble : *Erica cinerea*, *Ulex europæus* et *U. nanus*. Le pin maritime y réussit très-bien.

Le calcaire à Astéries acquiert une grande importance dans l'Entre-deux-Mers. C'est une roche dysgéogène, quoique à un degré médiocre. Il forme le plus souvent le flanc des vallons, quelquefois aussi le sommet de certains côteaux. Dans ce dernier cas, les moissons et les jachères, qui sont à-peu-près les seules cultures outre celle de la vigne, nous offrent toutes les plantes des groupes 12 C et 13 C. Les pelouses et les friches rocailleuses possèdent une végétation tout aussi spéciale (groupe 8 D). Les flancs des côteaux qui encaissent les vallons ou qui bordent les grandes vallées offrent souvent, vers leurs sommets, des rochers calcaires caractérisés par tout le groupe 9.

La partie sud-est de l'Entre-deux-Mers est encore fort peu connue sous le rapport des études auxquelles nous nous livrons; aussi n'en parlerons-nous que d'une manière fort générale. Les terrains miocènes supérieurs, soit par leurs calcaires d'eau douce, soit par leurs calcaires arénifères marins, produisent des stations identiques à celles des calcaires à Astéries, tandis que par leurs molasses plus ou moins

argileuses, on passe à la végétation du terrain d'eau douce éocène. Celui-ci est mieux développé, du reste, sur la rive droite de la Dordogne, et ce que nous en dirons plus loin pourra s'appliquer en général à l'Entre-deux-Mers. Le calcaire d'eau douce blanc éocène fournit aussi des stations identiques aux autres terrains calcaires.

Nous devons nous borner, pour le moment, à ces généralités; des études locales ultérieures permettront peut-être plus tard de constater certaines différences, mais il est probable qu'elles ne seront pas d'une bien grande importance.

3^e PARTIE A L'EST DE LA GIRONDE ET DE LA DORDOGNE.

Ce pays, limité au N. et à l'E. par les départements de la Charente-Inférieure et de la Dordogne, offre une assez grande variété dans son relief. Tantôt accidenté et entrecoupé de vallons nombreux, il présente aussi, surtout vers le N.-O., de grandes plaines unies. Sa plus grande élévation au-dessus de la mer ne dépasse guère 100 mètres et est généralement beaucoup moindre. — Il est arrosé vers l'E. par une rivière, l'Isle, qui reçoit elle-même la Dronne. Il est en outre sillonné par des ruisseaux assez nombreux, dont les plus importants sont la Livenne, qui se jette dans la Gironde à Saint-Louis-du-Marais, au nord de Blaye; le Moron, qui se réunit à la Dordogne à Prignac; la Saye et le Larry, qui se jettent dans l'Isle en venant de l'Ouest, enfin le Palais et la Barbanne, affluents de la même rivière et qui coulent de l'E. à l'O.

Les terrains miocène inférieur et éocène constituent à eux seuls cette partie du département.

Le terrain éocène comprend : 1^o des calcaires grossiers durs, arénifères, qui n'occupent qu'une surface peu étendue aux environs de Blaye; 2^o des molasses sableuses (1) passant sur certains points à l'état de gravier, et renfermant des couches subordonnées d'argile et de calcaire d'eau douce; 3^o le calcaire lacustre, peu développé, qui forme la partie supérieure de ce terrain. La molasse est d'une grande importance par l'étendue et l'épaisseur qu'elle atteint dans le pays dont nous nous occupons.

Le terrain miocène inférieur, ou calcaire à Astéries, recouvre au sud de Blaye, jusqu'aux limites du département, la formation lacustre éocène, mais il ne s'écarte que peu de la vallée de la Dordogne. Ses

(1) Nous ne devons pas traiter ici la question géologique, mais nous rappellerons que M. Raulin considère les parties les plus inférieures de ces molasses comme une modification latérale des calcaires grossiers éocènes.

caractères sont à-peu-près les mêmes que dans l'Entre-deux-Mers ; seulement, vers Blaye et La Roque, il devient plus arénifère, plus sableux, et contient des amas d'argiles marneuses.

Nous n'étudierons pas ici avec beaucoup de détails les caractères de la flore du calcaire à Astéries. Ce que nous en avons dit pour l'Entre-deux-Mers s'applique parfaitement au pays à l'est de la Dordogne. On peut en dire autant du calcaire grossier éocène et des calcaires d'eau douce ; ces derniers sont du reste si peu développés, qu'ils méritent à peine une mention particulière.

La molasse éocène constitue des côteaux ou des plaines. C'est une roche eugéogène ordinairement sableuse et produisant alors un sol psammique ; elle devient quelquefois argileuse et donne naissance à un sol pélopsammique, plus rarement pélique. Dans la vallée de l'Isle, le volume de ses éléments augmente beaucoup, et elle passe à l'état d'un gravier ou poudingue qui rappelle singulièrement le diluvium caillouteux de l'Entre-deux-Mers.

Au nord d'une ligne un peu courbée vers le N.-E., tirée de Blaye à Cubzac, la molasse devient essentiellement psammique. Elle forme des plaines unies, sablonneuses, arides, couvertes de vastes étendues de bruyères, entrecoupées de bois de pins, et qui sont désignées sous le nom de *Landes de Saintonge*. Ces plaines rappellent au plus haut degré la physionomie des Grandes-Landes proprement dites, et nous voyons ici le sol exercer une influence du premier ordre. Un exemple, pris entre Blaye et Montlieu, un peu en-dehors des limites de notre département, nous donnera une idée de l'importance de cette influence.

Les landes de Bussac forment une plaine unie, sablonneuse, arrosée par de petits cours d'eau, au milieu de laquelle s'élèvent des monticules de roches calcaires arénifères dont le caractère dysgéogène est assez prononcé. Ces monticules nous offrent des plantes des friches rocailleuses et des rochers (groupes 8 D et 9), telles que *Hippocrepis comosa*, *Teucrium montanum* et quelques autres xérophiles que nous n'avons point citées dans nos listes à cause de leur dispersion restreinte, mais qui n'en sont pas moins caractéristiques, comme *Phalangium ramosum*, *Prunella hyssopifolia*. Dans les Landes, les pelouses sablonneuses, les jachères, produisent un grand nombre d'espèces de nos groupes 7 et 13 A, comme *Asterocarpus Clusii*, *Silene Portensis*. Dans les parties humides, il se forme des tourbières où apparaissent les caractéristiques des groupes 5 et 6 : *Myrica gale*, *Drosera rotundifolia*, *Galium boreale*, *Abama ossifraga*, *Lobelia urens*. Dans certaines parties mélangées de sable et de débris calcaires, il y a une végétation mixte. Certaines espèces enfin sont communes aux landes sèches et aux calcaires des côteaux, comme *Peucedanum officinale*,

Asperula cynanchica, *Achillea ptarmica*, *Carlina vulgaris*.⁽¹⁾ Il est facile de juger, par ce seul exemple, de la physionomie des landes de Saintonge.

Entre l'Isle et la Dronne, et aux environs de Guîtres et de Coutras. le pays est principalement formé par la molasse soit à l'état de macigno tendre sablonneux, comme vers Abzac et Minzac, soit à l'état de gravier. Le sol est alors principalement psammique et nourrit les bruyères, les ajoncs, et une partie des plantes signalées sur le diluvium de l'Entre-deux-Mers dans des circonstances analogues.

Les côteaux de molasse sont ordinairement couronnés de calcaire à Astéries. Le tertre de Fronsac, cependant, ne présente point de dépôts de cet âge, et est entièrement formé de molasse sableuse, concrétionnée par places; à la base seulement il y a des assises argileuses calcaifères exploitées. Ses pentes sont très-rapides du côté qui fait face à la Dordogne; nous trouvons donc ici un exemple de ce que sont les stations du terrain de molasses dans des circonstances semblables. Presque toutes les plantes recueillies sur les flancs de ce tertre appartiennent à notre groupe 8 D : *Buphtalmum spinosum*, *Linum strictum*, *L. tenuifolium*.⁽²⁾ Nous voyons ici, à une agrégation faible des éléments d'une roche sableuses, jointe à la disposition particulière des lieux qui ne permet pas aux eaux de pénétrer profondément et de se maintenir dans le sol, correspondre la présence de plusieurs espèces xérophiles bien caractérisées.

Nous pensons que les exemples que nous venons de donner, joints à ce qui a déjà été dit, suffiront pour donner une idée générale de la distribution des végétaux dans cette partie du département de la Gironde.

40 GRANDES VALLÉES.

Il ne nous reste plus, pour compléter l'examen rapide que nous venons de faire, qu'à examiner les stations qui sont distribuées le long des grandes vallées de la Gironde, de la Garonne et de la Dordogne.

Des marais s'étendent le long de ces grands cours d'eau et aussi, mais plus rarement, sur le trajet de cours d'eau plus faibles, tels que la Jalle-de-Blanquefort dans les Landes. Ces derniers participent déjà beaucoup de la nature des tourbières, et ne deviennent réellement marais qu'au voisinage des grandes vallées.

Dans la partie inférieure du cours de la Gironde, au-dessous de Saint-Christoly et de Mortagne, il y a des marais salants considérables, sur-

(1) Renseignements fournis par M. Ramey.

(2) Renseignements fournis par M. Banon.

tout sur la rive gauche. Ces marais produisent toutes les caractéristiques des prés salés ; ils sont, du reste, fort peu connus sous le rapport botanique.

Sur la rive gauche de la Garonne il y a de fréquents marécages ou des dépôts de vases anciennes, principalement cultivés comme saussaies. Mais ce n'est qu'au nord de Bordeaux, jusqu'à Ludon, et sur la rive droite, à Montferland et au Bec-d'Ambès, que ces marais prennent un grand développement. Ce sont des marécages inondés ou de vastes prairies submergées en hiver, entrecoupées de canaux nombreux qui servent à l'écoulement des eaux. Nous y trouvons toutes les plantes de nos groupes 2 A et B, et 3 A et B.

Les vases molles des bords de la Garonne et de la Dordogne produisent en abondance les espèces du groupe 4 mêlées à quelques autres sporadiques.

La vallée de la Dordogne possède aussi de grands marais, principalement sur la rive gauche, vis-à-vis Cubzac, et depuis Saint-Loubès jusqu'à Brannes, et sur la rive droite en aval et en amont de Libourne. Leurs caractères sont à-peu-près les mêmes que ceux de la vallée de la Garonne ; ils sont du reste moins connus.

Les plus grands marais du département sont ceux qui s'étendent sur la rive droite de la Gironde, à partir de Blaye jusqu'à Mortagne, mais ils sont à-peu-près inconnus botaniquement.

Les alluvions anciennes de la Garonne et de la Dordogne consistent en terrains argileux gras et frais, de nature pélique, et sont cultivés le plus souvent en prairies caractérisées par les hygrophiles péliques du groupe 11 D. Les bois de ces terrains produisent toutes nos espèces du groupe 10 E. Les moissons et les jachères admettent beaucoup de plantes des terrains pélopsammiques (groupes 12 B et 13 B), mais on y trouve en outre plusieurs hygrophiles péliques particulières, comme *Ammi visnaga*, *Phalaris paradoxa*, *Ph. minor*, *Linaria spuria*.

Sur les aires de dispersion de quelques espèces.

Dans tout ce qui précède, nous avons négligé les faits de détail pour nous occuper principalement des faits généraux. Nous aurions maintenant à examiner les modifications que présente la flore dans les différentes parties du département, à conditions égales de sol. Malheureusement, le petit nombre d'observations qui ont été faites sur ce sujet nous obligera à être bref.

Tout végétal tend, par ses différents moyens de reproduction, à accroître son aire de dispersion. Cette tendance à se propager en sur-

face a des limites, et dans un pays de plaines comme le nôtre, on pourrait citer comme barrières à la progression des végétaux les espaces constitués par un sol qui repousserait certaines espèces; par exemple une zone dysgéogène pourrait opposer un obstacle à la dispersion de proche en proche de beaucoup d'espèces hygrophiles. Plusieurs causes, au contraire, tendent à disséminer les espèces, et on peut citer en première ligne les cours d'eau qui peuvent transporter des graines fort loin de leurs lieux de provenance, puis les courants atmosphériques, etc.

Un autre obstacle résulte, comme l'a fait voir de Candolle, de l'extrême sociabilité de certaines espèces. Toute plante se développe avec d'autant plus de vigueur que le sol lui convient mieux, et dans ce cas elle tend à étouffer toutes celles auxquelles ce sol est moins favorable. A conditions égales de convenance, certaines espèces vigoureuses ou très-sociales s'emparent de presque tout le terrain, de telle sorte qu'il ne reste plus de place pour les espèces plus faibles ou moins nombreuses en individus.

Outre ces obstacles qui restreignent l'aire des espèces, il en est un autre dont la cause est plus difficile à apprécier; ce sont les limites accidentelles de dispersion. On sait que beaucoup de végétaux ne sont pas disséminés dans toute l'étendue d'un pays dont le sol et le climat ne les repousseraient nullement et qui ne présenterait pas de barrières semblables à celles dont il a été question plus haut. Il y a donc ici une influence particulière, naturelle, qui agit comme cause de délimitation des aires. — Nous aurons à en signaler quelques exemples.

On peut se proposer de rechercher à quels centres de végétation appartiennent certaines plantes dont l'habitation est bornée à des portions déterminées de notre champ d'études. Or, parmi ces espèces, il en est quelques-unes dont l'aire est très-limitée et se trouve comprise tout entière dans notre département, tandis que quelques autres se rattachent aux départements voisins.

Parmi les premières, nous citerons les suivantes qui sont très-remarquables sous ce rapport :

1° Le *Silene lœta* abonde dans les laïtes d'Arès et dans toutes celles de la pointe qui ferme à l'ouest le bassin d'Arcachon jusqu'à Piquey. Ses limites de dispersion ne sont pas connues au Nord, mais on sait qu'il ne se retrouve pas dans les stations analogues au sud du bassin d'Arcachon, jusqu'à Bayonne, ni dans les stations des Landes qui ne le repousseraient probablement pas;

2° L'*Erica lusitanica* est très-abondant dans tous les lieux humides à Arès, puis au sud du bassin d'Arcachon jusqu'à Cazeaux. Il ne paraît pas s'étendre au-delà;

3° L'*Erica mediterranea* est borné aux tourbières situées à l'ouest de Pauillac, et n'existe pas dans les stations analogues du reste des Landes :

4° Le *Lobelia Dortmanna* est particulier à l'étang de Cazeaux et à quelques autres étangs du département des Landes, mais il n'a pas été retrouvé au nord de Cazeaux non plus que dans les grandes lagunes des Landes ;

5° Le *Salvinia natans*, si abondant dans les marais des environs de Bordeaux, se retrouve à Bassens et aussi dans les marais de Blaye, mais il n'a jamais été signalé en amont de Bordeaux ni dans la vallée de la Dordogne ;

6° Le *Scorpiurus subvillosa* est très-répandu sur les friches calcaires des côteaux de la rive droite de la Garonne, depuis Quinsac jusqu'à Haux et Saint-Genès-de-Lombaud. Il n'a pas été retrouvé ailleurs et paraît avoir une aire peu étendue.

Nous ne possédons que peu de renseignements sur les espèces qui, apparaissant sur nos lisières ou dans des portions restreintes de notre champ d'études, se rattachent à des centres de dispersion appartenant à des départements voisins. Les observations les plus intéressantes à faire sur ce sujet seraient relatives à la partie très-imparfaitement connue de la Gironde limitrophe du Lot-et-Garonne. La vallée de l'Isle seule nous fournit quelques indications curieuses, en nous montrant certaines espèces qui descendent du département de la Dordogne, telles que : *Potentilla argentea*, *Ranunculus chærophyllus*, *Saxifraga granulata* et peut-être aussi *Scilla nutans* et *Satureia hortensis*.

Les grands cours d'eau peuvent servir de véhicule pour apporter au loin les graines et doivent aider beaucoup la migration des plantes ; aussi voit-on quelquefois apparaître accidentellement sur les bords de la Garonne des espèces qui ne tardent pas à disparaître parce que le sol ou le climat ne leur conviennent pas ; de ce nombre sont le *Xanthium spinosum*, le *Chenopodium botrys*, qui nous arrivent des pays méridionaux, tandis que quelques-autres viennent probablement de plus loin, comme l'*Arabis turrita*.

D'autres plantes, au contraire, trouvent dans les conditions nouvelles qui leur sont offertes les éléments favorables à leur existence. Celles-ci prennent possession du sol, s'acclimatent, et finissent par s'établir d'une manière stable dans leur nouvelle habitation ; dans beaucoup de cas, il est facile de remonter à leur point de départ en suivant leur dispersion de proche en proche. Les transports de ce genre sont fréquents dans la vallée de la Garonne ; on peut citer comme exemples : 1° le *Galactites tomentosa*, si commun à La Tresne, et qui nous arrive sans doute de la Haute-Garonne et de l'Agenais avec l'es-

pèce suivante; 2° le *Scabiosa maritima*, qui tend à se répandre sur les berges du fleuve et qui descend jusqu'à Bordeaux; 3° probablement le *Tulipa oculus-solis* si abondant dans les terres arables et les vignes de Paillet; 4° peut-être enfin le *Crupina vulgaris*, qui croît en abondance à Barsac. — Certaines espèces, quoique moins rapprochées du cours de la Garonne et appartenant aux côteaux, diminuent et finissent par disparaître à mesure qu'on descend dans la direction du cours du fleuve, c'est-à-dire probablement à mesure qu'on s'éloigne de leur point de départ originaire. L'histoire de celles-ci est plus obscure et ne pourra être éclairée que par de nouvelles recherches; nous pensons que le *Psoralea bituminosa*, peut-être le *Centaurea aspera* et le *Reseda phytolacca* pourraient se rattacher à cette catégorie.

La vallée de la Dordogne doit présenter des faits de dispersion semblables, mais ils sont moins connus, et paraissent être moins saillants.

Il nous resterait à parler des naturalisations, mais comme cette question ne se rattache qu'accessoirement à notre sujet, nous n'entrerons pas dans de grands développements.

Certaines espèces sont naturalisées à dessein par les agriculteurs dans notre département; c'est ainsi qu'on trouve fréquemment dans les haies l'*Atriplex halimus* et le *Paliurus aculeatus*, plantes méditerranéennes. D'autres sont introduites avec des graines de provenance étrangère; c'est ainsi que les moissons des Landes renferment quelquefois en abondance le *Phalaris Canariensis*; c'est peut-être à la culture du riz que nous devons le *Scirpus mucronatus*. Quelques plantes d'ornement s'échappent avec facilité des jardins et se répandent à l'état subspontané. De ce nombre sont le *Solidago canadensis* L., le *Nicandra physalodes* Gœrtn., peut-être aussi le *Cyclamen neapolitanum* du parc du château de Tustal, près Sadirac.

L'*Erigeron canadense*, le *Datura stramonium*, le *Phytolacca decandra*, si complètement naturalisés dans notre département, sont des plantes trop connues pour que nous fassions autre chose que les mentionner.

Il est encore un certain nombre de végétaux qui peuvent se naturaliser par suite de circonstances accidentelles et indépendantes de toute intention humaine. A Bordeaux, le délestage des navires a amené plusieurs importations de ce genre sur les rives de la Garonne. C'est ainsi que le *Cyperus vegetus*, Willd. d'Amérique, croit aujourd'hui avec vigueur dans les fossés aux portes mêmes de la ville. M. Des Moulins attribue une origine analogue à une des graminées les plus abondantes dans les prés d'alluvion de la Garonne, le *Panicum digitaria*. Cependant, ces naturalisations sont loin d'être toujours aussi complètes, et souvent une plante disparaît après s'être montrée pendant plusieurs

années. Lorsqu'on fit le chemin de hâlage de la rive droite de la Garonne, on employa beaucoup de matériaux qui avaient servi de lest aux navires, et on vit apparaître sur cette chaussée plusieurs plantes maritimes qui ne s'y retrouvent plus aujourd'hui, comme *Salsola kali*, *Schoberia maritima*, *Atriplex portulacoides*, mêlées au *Glaucium luteum* qui, dans notre région, est bien particulier à la zone littorale.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Nous devons maintenant jeter un coup-d'œil d'ensemble sur ce qui précède et tâcher d'en tirer quelques conclusions.

Nous remarquerons d'abord que l'étude des terrains de notre département nous a révélé l'existence de quatre sols principaux : 1^o Eugéogène psammique (landes et molasses de Saintonge et du Fronsadais); 2^o Eugéogène pélique (alluvions); 3^o Eugéogène pélopsammique (diluvium); 4^o Dysgéogène pélique (calcaires de divers âges).

Si nous comparons les différentes listes des plantes des stations sur sol psammique, nous remarquerons :

1^o Que quelques plantes des toubières spongieuses sont spéciales à notre région, mais que la plupart s'avancent au Nord jusqu'à la Loire et quelques-unes même beaucoup au-delà;

2^o Que les sables tourbeux nous offrent certaines espèces qui s'avancent encore vers le Nord, mêlées à d'autres spéciales (*Viola lancifolia*, *Narcissus bulbocodium*, *Allium ericetorum*);

3^o Que les sables arides ont un certain nombre d'espèces spéciales, ou qui ne dépassent guère la Loire (*Silene Portensis*, *Cistus alyssoides*, *Ornithopus roseus*, *Lupinus reticulatus*, *Linaria juncea*, *Anthericum planifolium*, *Avena Thorei*);

4^o Que les prairies et les moissons produisent des plantes qui s'avancent très-loin vers le Nord.

Sur sol dysgéogène ou calcaire, on remarque :

1^o Que les plantes de nos pelouses ou friches rocailleuses sont pour la plupart assez indifférentes quant au climat. Cependant, on voit apparaître dans ces stations des espèces dont le facies est bien réellement méridional (*Scorpiurus subvillosa*, *Linum strictum*, *Cotoneaster pyracantha*), tandis que quelques-autres ne s'avancent jusqu'à la Loire que par le concours de circonstances très-favorables. Le Romarin est parfaitement naturalisé dans des stations de ce genre, à Quinsac.

2^o Que la végétation rupestre présente des caractères analogues, peut-être même plus tranchés, et comprend des plantes des régions méridionales de la France, ou qui s'avancent peu vers le Nord, comme

Phillyrea latifolia, *Rhus coriaria*, *Coriaria myrtifolia*, *Rhamnus alaternus*, *Centaurea aspera* ;

3° Que les moissons n'offrent pas de caractères bien particuliers.

Les terrains péliques et pélopsammiques n'ont rien de bien particulier, et nous les négligerons pour comparer entre eux les deux extrêmes eugéogène et dysgéogène qui nous sont offerts par notre région.

Une conclusion que l'on peut tirer de la comparaison des conclusions que nous venons d'énoncer est celle-ci : *Le sol psammique des Landes produit plus d'espèces spéciales, le sol dysgéogène des côteaux calcaires plus d'espèces méridionales.* Ces espèces sont associées à d'autres qui s'avancent plus ou moins vers le Nord. Les bornes de ce travail ne comportent pas un examen poussé plus loin que les limites de la France; peut-être en cherchant les latitudes extrêmes auxquelles s'arrêtent au Nord les espèces de chacune de ces deux séries, arriverait-on à des résultats curieux et concordants avec les remarques que nous allons faire.

La proposition que nous venons de formuler peut se réduire à celle-ci : *Les terrains dysgéogènes ont une végétation plus méridionale que les terrains eugéogènes psammiques.* C'est un résultat auquel nous étions arrivé avant d'avoir lu l'ouvrage de M. Thurmann, et nous avons été heureux d'y trouver une confirmation complète de nos idées. La comparaison des températures des sources qui sortent des massifs hygroscopiques ou poreux et de celles qui sortent des massifs de roches compactes perméables en grand, prouve, du reste, que ces derniers ont une température plus élevée que les premiers qui sont refroidis par l'évaporation et par l'eau qui les pénètre facilement.⁽¹⁾

Le sol uni de nos landes sablonneuses et le sol accidenté de nos pays de côteaux offrent des conditions climatologiques fort différentes. Le premier possède des conditions d'exposition à-peu-près toujours identiques, tandis que le second nous offre au contraire des dispositions très-variées sous ce rapport. Aussi ne serons nous pas étonné de voir prédominer dans certains cas des espèces ou indifférentes ou même un peu septentrionales, tandis que dans quelques autres les espèces méridionales se développent davantage.

Les roches calcaires que nous avons eu à examiner dans le département de la Gironde sont généralement assez tendres et médiocrement dysgéogènes. Si nous portons nos études aux environs de Royan, dans la Charente-Inférieure, nous trouverons des calcaires crétacés en général plus durs, moins altérables, de sorte que ce caractère plus dys-

(1) THURMANN. *Essai*, p. 63.

géogène joint à l'adoucissement du climat, résultant du voisinage de la mer, favoriseront le développement de plusieurs espèces plus ou moins méridionales manquant presque toutes dans la Gironde : *Catananche cœrulea*, *Trinia vulgaris*, *Astragalus monspessulanus*, *Inula spiraeifolia*, *Althæa cannabina*, *Dorycnium suffruticosum*, *Echium pyrenaicum*.

Un exemple très-remarquable de l'influence du sol jointe à une exposition chaude ou abritée nous est fourni par l'examen d'une portion de la vallée de la Dordogne, en amont de Saint-Cyprien (Dordogne). — Cette rivière coule dans une vallée très-profonde, et est dominée au nord par des côteaux très-élevés dont les flancs assez rapides font face au midi. Ces côteaux sont formés, soit à leur base, soit en totalité, par des calcaires jurassiques (portlandiens) compactes, divisibles en plaquettes, fendillés, essentiellement dysgéogènes et très-perméables en grand, d'où il résulte un sol éminemment sec. Les calcaires crétacés qui couronnent les hauteurs sont eux-mêmes durs et compactes. Toutes ces conditions réunies d'exposition et de sol concourent à faire de ces côteaux des stations très-chaudes. Aussi voit-on apparaître en abondance sur les escarpements le *Pistacia terebinthus*, mêlé de *Quercus ilex*, le *Ficus carica*, le *Stipa pennata* et le *Melica ciliata*. Sur les croupes rocailleuses des collines, le *Buxus sempervirens*, le *Lavandula spica*, le *Satureia hortensis*, le *Coriaria myrtifolia* abondent partout. La plupart de ces plantes sont remarquables par leur caractère méditerranéen ou du moins très-méridional. Nous ajouterons qu'on a trouvé cette année sur ces côteaux le *Clypeola jonthlaspi* et le *Leuzea conifera*.

Si nous cherchons à résumer en quelques mots les résultats auxquels nous avons été conduit, nous verrons que partout les grands faits de dispersion sont en relation immédiate avec le sol, dans le pays que nous avons étudié. Le sol agit principalement par sa division mécanique, et si nous avons constaté des contrastes remarquables entre la végétation des sols siliceux et celle des sols calcaires, nous croyons avec M. Thurmann qu'ils proviennent de ce que le mode de désagrégation de ces deux roches est totalement différent. Nous attribuerons donc à l'état mécanique une action du premier ordre, sans nier toutefois la nécessité de l'élément chimique dans l'acte de la végétation. Dans certains cas, nous avons vu des roches sableuses admettre des espèces des terrains calcaires en prenant un faible degré de consistance. Ce que nous avons dit au commencement de ce travail nous

paraît donc appuyé par tous les faits que nous avons cités, aussi bien que par l'examen rationnel de la question.

Tels sont les résultats auxquels nous ont amené nos études. Nous ne nous dissimulons pas que notre travail est encore bien incomplet, et qu'il faudra des recherches et des observations assidues pour lui imprimer ce cachet d'exactitude que nous aurions voulu pouvoir lui donner. Nous espérons toutefois que cet essai ne sera pas perdu pour la science, et que les botanistes du Sud-Ouest marcheront dans la voie que nous n'avons fait qu'indiquer.

Vu et approuvé.

LE DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES.

MILNE EDWARDS.

Permis d'imprimer.

Le 31 juillet 1854.

LE RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE LA SEINE.

CAYX.

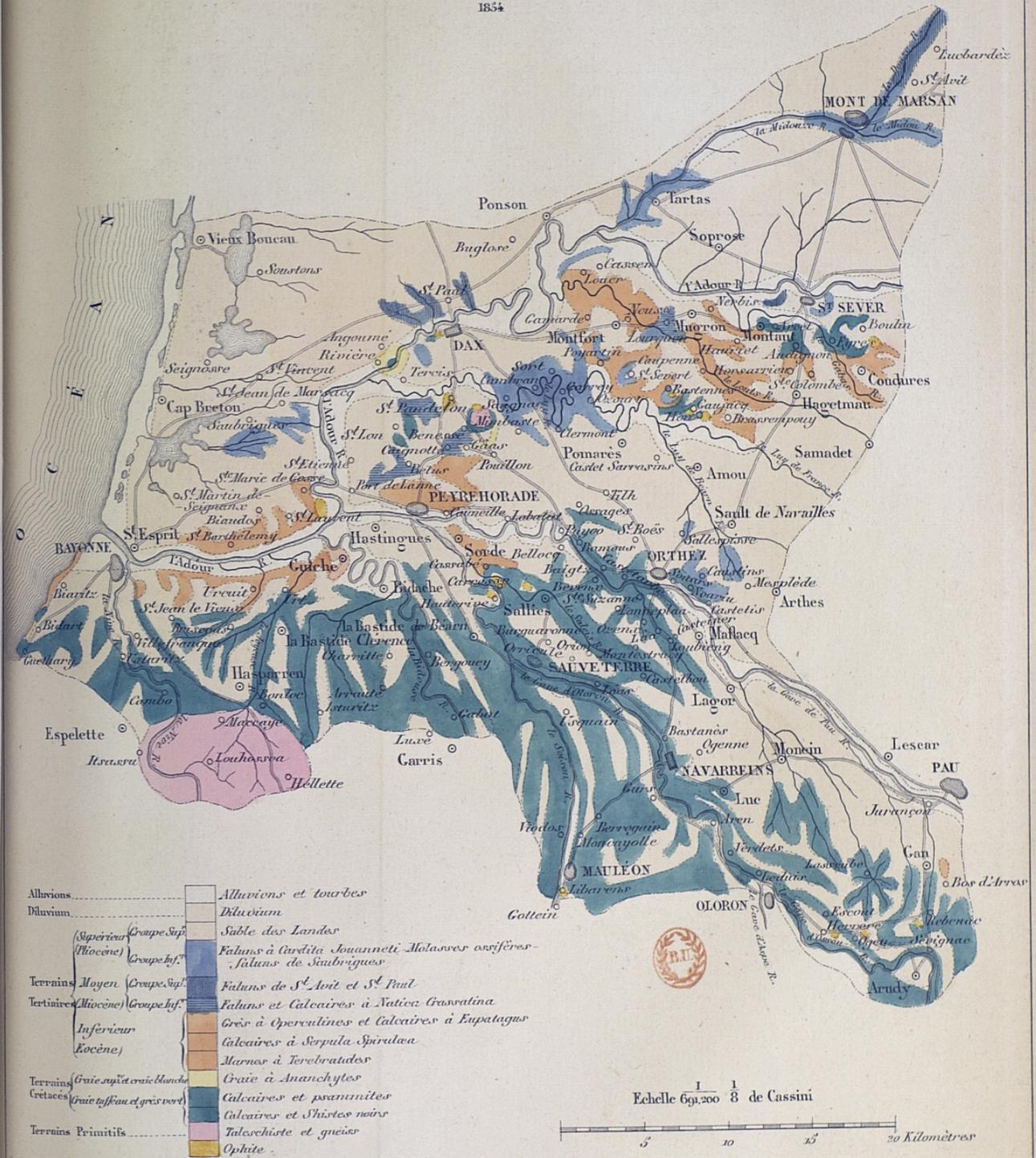
Concordance des Terrains tertiaires inférieurs, dans les principaux gisements de la zone Méditerranéenne.

	Nord de la France.	Bassin de la Gironde.	Bassin de l'Adour.	Hautes-Pyrénées	Haute-Garonne.	Montagne-Noire.	Corbières.	Provence et Dauphiné.	Savoie.	Alpes de la Suisse.	Alpes de la Bavière et de l'Autriche.	Vénétie et Lombardie.	Milanaise.	Alpes Maritimes.	Alpes françaises.	Sicile.	Turquie d'Europe.	Grèce et Morée.	Egypte.	Espagne.
Terrains SUPERPOSÉS	Grès de Fontainebleau (T. miocène inférieur.)	Calcaires à <i>astéries</i> (miocène inf.).	Faluns miocènes supérieurs et inférieurs.		Molasse miocène supérieure.	Molasse coquillière (T. mioc. sup.).	Molasse coquillière (T. mioc. supérieur).	Molasse coquillière (mioc. sup.).	Molasse marine coquillière (mioc. sup.).	Molasse marine coquil. et Nægelfluh. — formation d'eau douce (mioc. sup.)	Molasse et marnes (mioc. sup.).	Terrain miocène supérieur et pliocène.	Marnes Subalpennes (pliocène).	Molasse mioc. sup. et marnes subalpennes (plioc.)	Molasse coquillière (mioc. sup.).	Marnes blanches (plioc.)	Calc. lacustres et molasses coquil. (mioc. sup.).	Sables, marnes, etc (plioc.) Poudingues miocènes.	Grès tertiaires.	Formations lacustres (mioc.)
TERRAIN ÉOCÈNE SUPÉRIEUR.	1. Argile et meulière. 2. Marnes et calcaires à rognons de silice. 3. Marnes vertes, etc. 4. Gypse et marnes gypseuses 5. Marnes et calcaires.	1. Calcaire d'eau douce blanc du Périgord. 2. Molasse du Fronsadais.				1. Calcaire d'eau douce de Villeneuve-le-Comtat. Marnes et lignites de la Caunette et de St-Chinian. 2. Molasse d'Issel	1. Calcaire d'eau douce de la vallée du Canal du Midi. 2. Poudingues.	1. Gypses à ossements. 2. Marnes rouges d'eau douce.	Molasses rouges? Flysch.	Molasse rouge lacustre du Léman? Flysch.	Schistes, grès, calcaires à Fucoides (flysch).	Grès, marnes et calcaires (macigno).	Marnes micacées à fucoides. Marnes bigarrées.	Macigno et calcaires à Fucoides.	Grès d'Annot. — Schistes, grès et cal. à Fuc. (flysch)	..... ? .....	Marnes et grès à Fucoides du Balkan? (partim)??	?		Marnes bleues à Fucoides de la Catalogne. Poudingues du Mont-Serrat.
TERRAIN ÉOCÈNE INFÉRIEUR.	1. Calcaire marin. 2. Grès. 3. Sables. 4. Marnes. 5. Calcaire grossier supérieur. 6. — — — — — moyen. 7. — — — — — inférieur ou glauconie grossière.	1. Calcaire grossier de Blaye et du Médoc. 2. Sables et calcaires de St-Palais.	1. Grès à Operculines et calcaires à Eupatag. ornatus. 2. Calcaires à <i>Serpula spirulæa</i> . 3. Marnes à Térébratules.			1. Calcaire marin à <i>Nummulites</i> , <i>Turritella</i> , <i>Ostrea multicos.</i> <i>Noritina conoidæ</i> , etc. 2. Calc. d'eau douce à <i>Physes</i> .	1. Calcaires et grès à <i>Nummulites</i> , <i>Turritella</i> , <i>Ostrea multicos.</i> <i>Noritina conoidæ</i> , etc. 2. Marnes d'eau douce de la Grasse. 3. Calcaires de l'Alarie?	1. Calc. et grès à Nummulites. 2. Couches à <i>Orbitolites</i> et <i>N. Ramondi</i> du Ralligstœcke, etc	1. Gîtes num. des Diablerets, d'Appenzell etc. 2. Couches à <i>Orbitolites</i> et <i>N. Ramondi</i> du Ralligstœcke, etc	Grès ferrugineux du Kressenberg. et gîte de Mattsee	1. Gîtes du Kalisberg (partim) Ronca? (part.) 2. Monte Viale (part.) Kalisberg (part.). Basano. Calc. et tuf de Ronca (part.).	Calcaires à Nummulites.	1. Assises Num. du comté de Nice (part.), etc. 2. Assises Num. du comté de Nice (part.), etc.	1. Couches de Vergons... 2. Couches du Mont Faudon?.....	1. Calc. à Turbinolites, etc. 2. Calc. à Nummulites.	Cal. et grès à Num de la Thrace. Cal. à Ichthyolithes.	Calc. blancs Nummulites.	Couches du Mokattam? (part?) Calc. nummulitiques du Mokattam (part.)		1. Marnes et grès du Mont-Serrat. 2. Grès et marnes de la Sierra-de-Guarra (part.). Calc. argileux de Columbres, etc. Cal. d'Alicante et de Malaga. 3. Grès de la Sierra-de-Guarra (part.).
Substratum	Craie blanche.	Craie jaune à Rudistes (1 ^{er} étage.)	Craie blanche. — Craie tuffeau (3 ^e ét.).	Craie supérieure	Craie de Maastricht et craie blanche.	Terr. de transition. Terr. primitif.	Craie tuffeau (3 ^e étage).	Terrain crétacé à Hippurites. (3 ^e étage de la craie Tuffeau).	Craie blanche (Cal. de Seewen). T. Néocomien. — T. jurassique.	Craie blanche (Calc. de Seewen), Craie tuffeau. Gault. T. Néocomien. T. jurassique. Lias, etc.	Craie sup. (Sewer-Kalk). Gault.	Craie sup. (Scaglia). Calc. néocomien inf. (biancone).	Craie blanche (Scaglia) Craie tuff. (3 ^e et 4 ^e étage).	Terrain jurassique modifié.	Craie tuffeau. Calc. néocomien. Ter. jurassique. Ter. primitif.	Craie tuffeau (3 ^e étage).	Craie blanche. Craie tuffeau. Ter. devonien?	Craie tuffeau (3 ^e étage).	Craie blanche? Craie tuffeau. (Grès de Nubie).	Craie blanche. Craie tuffeau. Terr. Néocomien. Ter. carbonifère. Granite.

ESQUISSE d'une Carte géologique d'une partie du bassin de l'Adour

par J. DELBOS

1854



Alluvions	.....	Alluvions et tourbes
Diluvium	.....	Diluvium
		Sable des Landes
Terrains Supérieurs (Tertiaire)	.....	Faluns à Cardita Jouancti Mollusques ossifères - Faluns de Sabrigues
Terrains Moyens (Tertiaire)	.....	Faluns de St Arit et St Paul
Terrains Inférieurs (Tertiaire)	.....	Faluns et Calcaires à Natica Granatina
		Grès à Operculines et Calcaires à Eupatagus
		Calcaires à Serpula Spirula
		Marmor à Terebratodes
Terrains Crétacés (Grès rouge et craie blanche)	.....	Craie à Ananchytes
		Calcaires et psammites
		Calcaires et Shistes noirs
Terrains Primitifs	.....	Talcschiste et gneiss
		Ophite

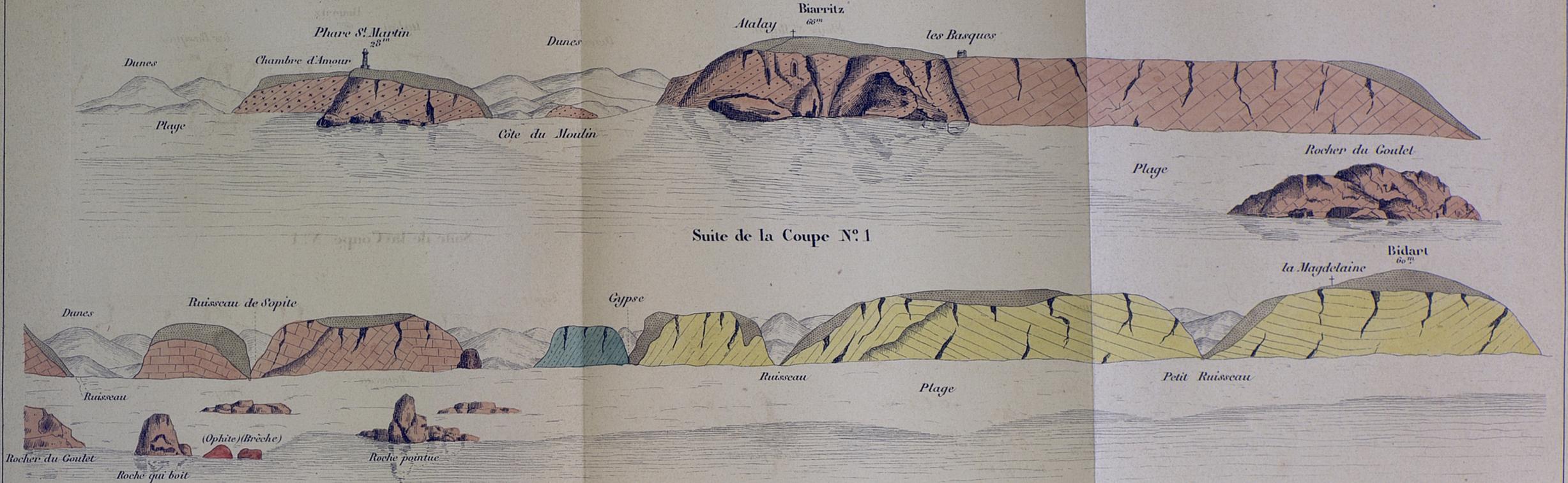
Echelle $\frac{1}{800,000}$ de Cassini

0 5 10 15 20 Kilomètres

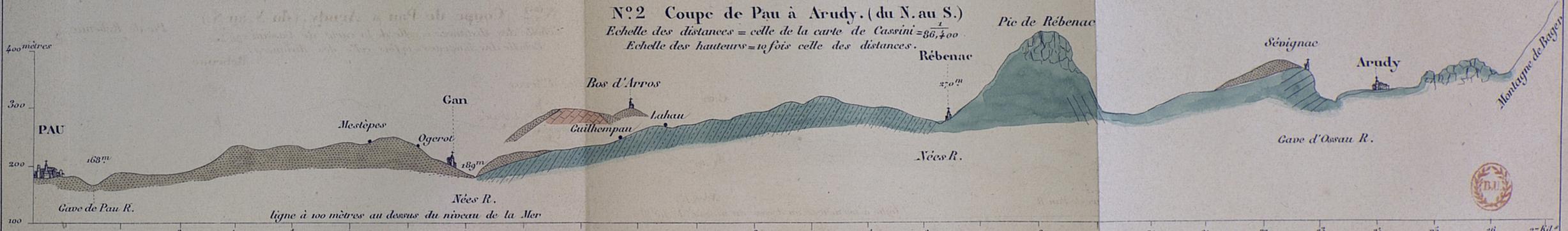
Gravé par Avril, f^{rs} Rue des Bernardins 18.

Lith. Knapstein O. Voltaire 17 Paris.

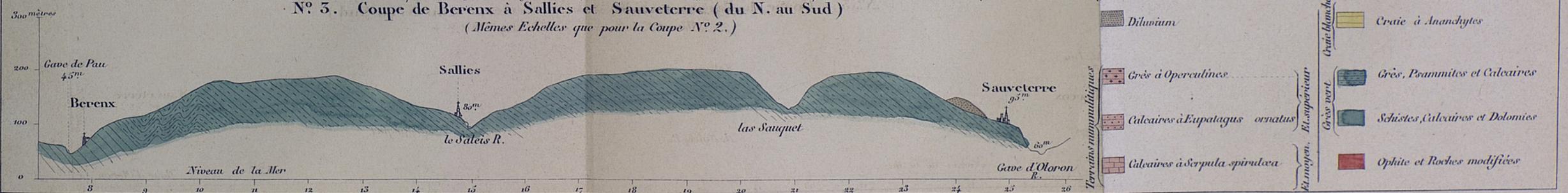
N°1 Coupe des falaises de Biarritz, de la Chambre d'Amour à Bidart (du N. au Sud)
 L'Echelle des longueurs = $\frac{1}{4}$ fois celle de la Carte des côtes de France = environ 5000. L'Echelle des hauteurs = environ 3 fois celle des distances.



Suite de la Coupe N°1



N° 5. Coupe de Berenx à Sallies et Sauveterre (du N. au Sud)
 (Mêmes Echelles que pour la Coupe N° 2.)



Gravé par Anril fress

Lith. Binetou à Paris.