









COMPTE RENDU SOMMAIRE
ET
BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
1919



COMPTE RENDU SOMMAIRE

ET

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

QUATRIÈME SÉRIE

TOME DIX-NEUVIÈME

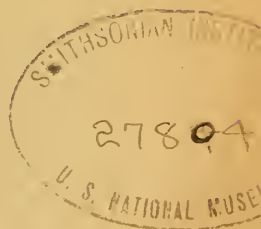
Année 1919

PARIS

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

28, Rue Serpente, VI

1919-1920





BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830,
A ÉTÉ AUTORISÉE ET RÉCONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE
PAR ORDONNANCE DU 3 AVRIL 1832.

QUATRIÈME SÉRIE

TOME DIX-NEUVIÈME

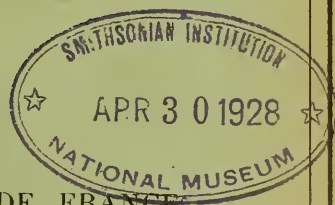
FASCICULE 1-3

Feuilles 1-8. — Planches I-III

1 planche en frontispice et 19 figures dans le texte.

PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VI

1920



EXTRAITS DU RÈGLEMENT DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

ART. 2. — L'objet de la Société est de concourir à l'avancement de la Géologie en général et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec les Arts industriels et l'Agriculture.

ART. 3. — Le nombre des membres de la Société est illimité. Les Français et les Étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. 4. — Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation¹ et avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président.

ART. 37-38. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet. La Société se réunit deux fois par mois (en général, le 1^{er} et le 3^e lundi du mois) (voir page 3).

ART. 42. — Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres.

ART. 46. — Aucune communication ou discussion ne peut avoir lieu sur des objets étrangers à la Géologie ou aux sciences qui s'y rattachent.

ART. 48. — Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un point qui aura été préalablement déterminé.

ART. 53. — Un bulletin périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre. Le Bulletin comprend... les *Comptes rendus sommaires des séances* et le *Bulletin* proprement dit (*Notes et Mémoires*).

ART. 54. — La Société publie en outre des *Mémoires de Géologie* et des *Mémoires de Paléontologie*, qui ne sont pas distribués gratuitement aux membres.

ART. 55. — Tous les travaux destinés à l'impression doivent être inédits et avoir été présentés à une séance.

ART. 75. — Les auteurs peuvent faire faire à leurs frais, en passant par l'intermédiaire du Secrétariat, un tirage à part des communications insérées au Bulletin (voir page 3).

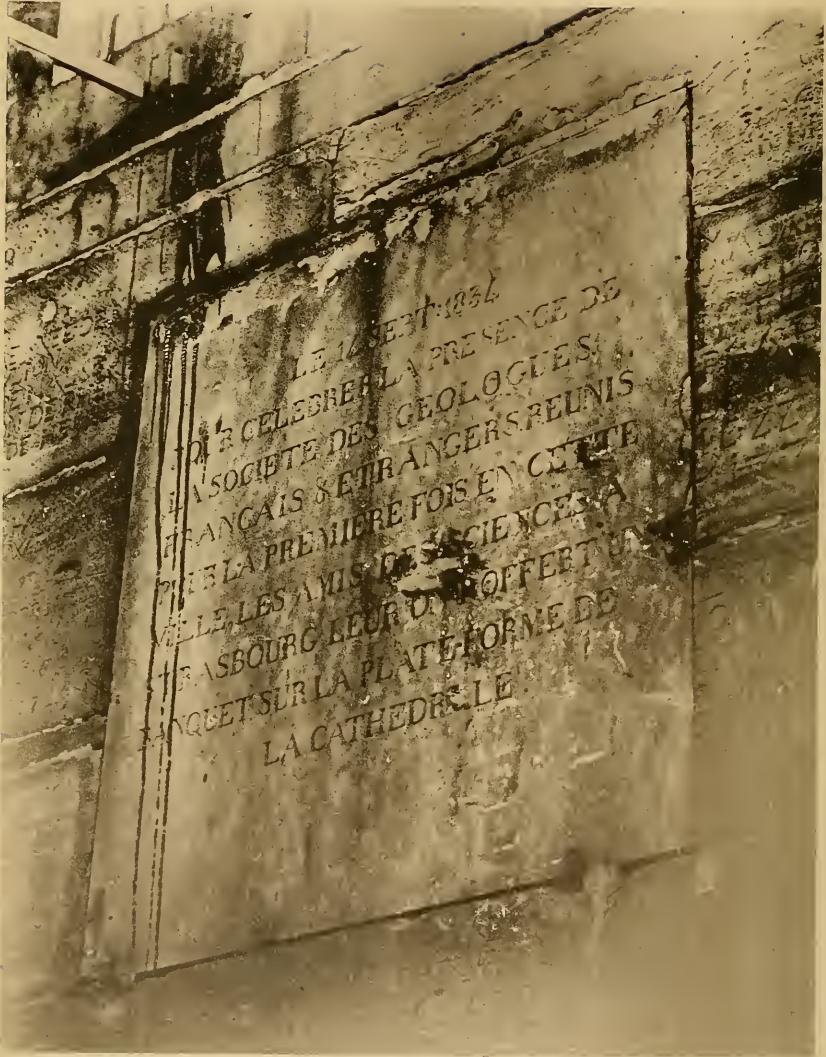
ART. 87. — *Chaque membre paye: 1^o un droit d'entrée; 2^o une cotisation annuelle². Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement en capital d'une somme fixée par la Société (400 francs payables en 2 ou 4 fois en une année).*

Sont **Membres à Perpétuité** les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (minimum : **1000 francs**).

ART. 94. — Les ouvrages, conservés dans la Bibliothèque de la Société, peuvent être empruntés par les membres... (*Service des prêts*).

1. Les personnes qui désirent faire partie de la Société et qui ne connaissent aucun membre pour les présenter n'ont qu'à adresser une demande au Secrétariat, en exposant les titres qui justifient de leur admission.

2. Néanmoins sur la demande des parrains, les nouveaux membres peuvent n'acquitter, la première année, que leur droit d'entrée, en versant la somme de 20 fr. Le Compte Rendu sommaire des séances de l'année courante leur est envoyé gratuitement; mais ils ne reçoivent le Bulletin que la deuxième année et doivent alors payer la cotisation de 30 francs. Ils jouissent d'ailleurs des autres droits et privilèges des membres de la Société.



Cliché Mollaret

Photocoll. Tortellier et C^e

CATHÉDRALE DE STRASBOURG
Inscription rappelant la visite de la Société
en 1834

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

NOTES ET MÉMOIRES

1919



SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

L'ACTIVITÉ ÉRUPTIVE DU VOLCAN DE LA RÉUNION

DE 1802 A 1817,

D'APRÈS LES OBSERVATIONS D'UN TÉMOIN OCULAIRE

PAR **A. Lacroix**¹

Le volcan actif de la Réunion présente un vif intérêt en raison de la fréquence de ses éruptions et surtout de la grande fluidité de son magma basaltique qui donne à son mode de dynamisme une grande ressemblance avec certaines des manifestations du Kilauea.

Il eût été de la plus grande importance d'avoir des observations régulières sur ses éruptions depuis la découverte de l'île au xvii^e siècle ; malheureusement, même pour la période actuelle, nous n'avons que des observations incomplètes et inégales. Tout ce qui peut combler les nombreuses lacunes existant dans cette histoire présente donc de l'intérêt.

A la fin du xviii^e et au début du xix^e siècle, vivait sur la côte NE de l'île, à Saint-Benoît, un créole, Joseph Hubert (1745-1825), qui, bien que n'ayant reçu aucune instruction, était animé d'une véritable passion pour l'histoire naturelle. Il s'instruisit lui-même, rendit de grands services à son pays natal en y acclimatant une foule de végétaux, tels que le giroflier par exemple, qui sont aujourd'hui pour la colonie une source de richesse. Hubert a servi de guide à Bory de Saint-Vincent et lui a fourni des notes utilisées dans le récit de son grand voyage. Le dernier volume du livre de Bory de Saint-Vincent² est terminé par une lettre d'Hubert consacrée à l'éruption de 1802.

En 1881, M. Émile Trouette a réuni des documents inédits conservés par la famille d'Hubert et en a fait l'objet d'une publication³. Ils sont surtout consacrés à l'histoire locale et à l'acclimatation de plantes utiles à la Réunion. Les observations sur le volcan sont réduites à quelques pages (éruptions de 1787 et des années

1. Note présentée à la séance du 20 janvier 1919.

2. Voyage dans les quatre principales îles des mers d'Afrique. Paris, an XIII (1804), t. III, p. 335.

3. ÉMILE TROUETTE. Papiers de Joseph Hubert. Saint-Denis, 1881, 1 vol. in-8.

précédentes), mais on y trouve aussi des lettres échangées entre Hubert, Bory de Saint-Vincent, le botaniste Bosc et enfin Faujas de Saint-Fond. Hubert envoyait des roches¹ à ce dernier et à tous ses autres correspondants des balles de café et de girofle, en échange desquelles il leur demandait des instruments, des livres d'histoire naturelle et en particulier des livres de géologie; il cite volontiers dans ses lettres Faujas, Haüy, Hamilton, etc. dont il s'était ainsi procuré les ouvrages.

En classant des papiers ayant appartenu à Louis Cordier et qu'a bien voulu me confier sa petite-fille, M^{lle} Louise Read, j'ai trouvé une note manuscrite adressée par Hubert à Faujas de Saint-Fond; elle est consacrée aux observations faites au volcan, de 1807 à 1817, et contient en particulier des indications sur la grande éruption de 1812. Il m'a paru utile de publier in extenso la partie documentaire de cette note; j'ai toutefois supprimé des dissertations théoriques, aujourd'hui sans intérêt.

Les détails concernant l'éruption de 1812 se trouvent en partie, très délayés d'ailleurs, dans un article publié² en 1820 par Bory de Saint-Vincent à l'aide de documents envoyés par un autre habitant de l'île, M. L. Gentil, mais tout ce qui regarde les périodes antérieure et postérieure à ce grand paroxysme est nouveau. En effet, L. Maillard dans son livre sur la Réunion³ ne fournit aucune indication d'éruptions entre 1802 et 1812, ni entre 1812 et 1821.

NOTICE ENVOYÉE A M. FAUJAS DE SAINT-FOND, LE 1^{er} AVRIL 1817,
PAR M. HUBERT, RÉSIDANT A SAINT-BENOÎT DANS L'ÎLE DE BOURBON.
L.[OUI]S C.[ORDIER]⁴.

Extrait de mon Journal d'observations sur l'état du volcan de l'île de Bourbon depuis 1807 jusqu'à ce jour, et plus particulièrement sur la grande éruption de fin d'août et premiers jours de septembre 1812, que j'ai visitée. Je dois prévenir que la plupart des observations de mon Journal ont été faites de ma demeure [Saint-Benoît sur la côte NE de l'île], qui est à peu près à cinq lieues ouest du volcan.

J'ai déjà donné des copies de ce même Journal entre autres au Gouverneur Farquahz de l'île de France, mais étant persuadé que ce tra-

1. Faujas de Saint-Fond cite à plusieurs reprises Hubert comme lui ayant fourni des produits des volcans décrits par lui (Essai de Géologie, t. II, 2^e partie, 1809, pp. 419, 556, 571).

2. Sur une éruption du volcan de l'île de Mascareigne qui eut lieu en 1812. *Ann. gén. sc. phys. Bruxelles*, t. III, 1820, p. 145.

3. Notes sur l'île de la Réunion (Bourbon). Paris, 1862, pp. 131-132 et 349.

4. Note écrite à l'encre rouge de la main de L. Cordier. M^{lle} Louise Read a bien voulu m'autoriser à déposer en son nom ce manuscrit à la Bibliothèque de l'Institut en même temps que de nombreuses lettres ayant fait partie de la correspondance de Cordier.

vail ne méritait pas l'impression, il n'a pu parvenir à M. Faujas. Persuadé encore qu'il ne mérite pas le port à la poste, je le joins au catalogue qui sera mis dans la caisse d'échantillons de laves.

Nota. — Je devais mettre au net ce brouillon et n'en trouve pas le moment. Je me recommande à l'indulgente amitié de M. Faujas, qui, depuis longtemps, sait que n'ayant jamais quitté cette île, ni même la campagne, je n'ai même pas eu occasion dans ma jeunesse d'apprendre sa langue.

Le 23 mars 1807 au matin, une grande éruption se montre au cratère, rien ne l'annonçait les jours précédents. Le même jour, dans la soirée, la lave paraissait avoir fait un grand trajet dans la pente de la montagne vers la mer ; mais elle n'y parvint pas.

Le 22 mai suivant, jusqu'au 26, une lueur paraissait au cratère. On ne voyait plus rien le 27.

Le 10 juin 1807, sans paraître agité d'une grande éruption, le cratère rejetait des pierres enflammées que nous voyions d'ici rouler au dehors du cratère ; la lave s'était formé une nouvelle bouche assez près du cratère nommé par nous : Mammelon central. Il s'y forme une butte qu'un Anglais, M. Montagu, a visitée le 5 mai dernier et à laquelle il a donné son nom. Le 13 du même mois de juin, on ne voyait plus ni feu, ni fumée ; mais le cratère Montagu conservait la butte que les éjections avaient formées.

Depuis le 17 juillet jusqu'au 8 août 1809, l'ancien cratère a été en travail, tout annonçait une éruption qui n'a pas eu lieu.

Le 20 novembre 1810, une grande éruption s'est montrée à l'ancien cratère. On ne voyait plus rien le 22.

Reparue le 24 jusqu'au 28 du même mois ; il n'y a pas eu de lave vomie.

Presque tout mars 1812, le volcan s'est fait voir. Rien en avril.

Grande éruption de fin d'août au cinquième jour de septembre 1812.

Le 28 août, le cratère donna fumée et lumière, beaucoup plus les 29, 30 et 31. La butte Montagu, qu'avaient formée les éruptions de juin 1807, disparut.

Le 1^{er} septembre, éruption par une nouvelle bouche qui se forma dans le flanc de la montagne ¹, au-dessus du piton de Crac [voyez le plan de l'atlas de Bory]. L'ancien ne donne plus que peu de lumière ; la fumée ne s'en élève plus avec force.

Le 2 et le 3, la fumée du nouveau cratère est poussée à une hauteur qui paraissait de chez moi trois fois plus élevée que la montagne du volcan. Le prolongement de la lumière de l'incendie vers la mer ne laisse aucun doute que la lave a été vomie et qu'elle coule.

Le 3, dans la nuit, et le 4, tout le jour, chute d'une grande quan-

1. L. Gentil — cité par Bory de Saint-Vincent — indique que cette bouche se trouvait à 1 600 m. environ au-dessous du cratère terminal cratère Dolomieu.

tité de verre capillaire [cheveux de Pelée¹] et de cendres (je me sers du mot cendres pour me conformer à l'usage ; cette matière pulvérolente, ainsi que l'a observé M. Hamilton [au Vésuve], a été de couleur brune les premiers jours de l'éruption et a pris, sur la fin, une teinte gris blanchâtre).

Le 5, même observation. La fumée, les 4, 5 et 6, s'est élevée encore plus que le 3.

Le 6 au soir, moins de fumée ; le 7 encore moins. Le soir nous nous apercevions que la lumière s'étendait très bas vers la mer. Le cratère (le nouveau toujours) semblait fournir moins de lave.

Le 8, la colonne de fumée s'est élevée aussi haut que les 5 et 6.

Dans la nuit du 9 au 10, la clarté sur tous les objets était ici comme à peu près celle de la lune à son cinquième jour.

Le 10 et le 11, bruit sourd, non continu ; chute de cendres mêlées de fragments de fils de verre.

Le 12, le soleil privé de rayons, le ciel couvert de nuages d'un rouge brun, la mer belle. A 4 heures du soir, le même jour, la brise du SE se lève, des nuages pluvieux se mêlent à la fumée du volcan, le ciel est affreux, une odeur d'ammoniac se fait sentir.

Le 13, au soleil levant, point de vent, beau temps ; le SE est enfumé, la colonne de fumée sortant du cratère bien moins élevée. A midi, même observation. Il ne tombe plus de cendres.

Le 16, le nouveau cratère paraît, lui, avoir cessé son éruption.

Le 9 (septembre, toujours), les premières laves sont parvenues à la mer.

Le 17, des voyageurs ont traversé la coulée à peu près à cent toises de la mer, non sans courir quelques risques.

Le 13 octobre suivant, l'ancien cratère a donné de la lumière. Plus rien le 15.

Tout novembre, l'ancien cratère a fumé et éclairé, mais point d'éruption.

Je vais actuellement extraire de mon Journal les observations que j'ai faites sur les lieux, que j'oserai accompagner de quelques réflexions.

La largeur mesurée de cette coulée est de quatre cents toises sur une épaisseur d'environ 15 à 20 pieds, beaucoup moins large et moins épaisse en s'éloignant de la mer.

La coulée a reculé la mer d'environ cent toises, ce qui diminue chaque jour par le choc des laves de la mer toujours furieuse dans cette partie de l'île.

Les matières de l'éruption se sont divisées au sortir du cratère. Une partie s'est portée dans la plaine des Osmondes [voyez Bory]. Il est à croire qu'il s'y est accumulé une grande masse de laves, mais n'y

1. Les cheveux de Pelée ont été observés pour la première fois lors de l'éruption du 14 mai 1776 ; ils ont été rapportés par Commerson, je n'ai pu en trouver mention ni dans les publications ni dans les manuscrits de celui-ci conservés à la bibliothèque du Muséum. La première indication que j'ai rencontrée à leur sujet est celle de Sage (*Eléments de Minéralogie docimastique*, 2^e édit., 1777, t. I, p. 324) : « Verre jaunâtre capillaire et flexible rejeté par le volcan de l'île Bourbon... j'ai vu ce verre dans le cabinet du Roi, où il a été envoyé par M. Commerson. »

ayant pas été, je ne veux pas me permettre des à peu près sur son étendue.

J'estime à une lieue de 2853 toises la distance du nouveau cratère à la mer.

Indépendamment de l'incertitude des données sur la quantité de lave rejetée par cette éruption, on serait encore dans l'erreur si l'on considère comme produits de l'éruption ce qui n'a éprouvé qu'un simple déplacement et rejeté au dehors et entraîné par la lave en fusion.

L'illustre Dolomieu a dit : *Voyages aux îles de Lipari* « Les naturalistes peuvent regarder les feux souterrains comme des mineurs qui arrachent des entrailles du Globe les matériaux qui s'y forment et qui les soumettent à leurs regards. »

Haüy (*Traité de minéralogie*), en parlant de ces mêmes substances, a encore dit « qu'elles peuvent être citées dans l'histoire des volcans dont elles ont suivi les éruptions, mais qu'il n'a pas cru devoir former un ordre séparé ». Ici, cependant, les laves vomies, qui n'ont été qu'arrachées de la montagne par la lave en se formant une nouvelle bouche, sont évidemment volcaniques, déposées sans doute par d'anciennes éruptions, mais ayant éprouvé une forte chaleur soit dans le foyer de l'éruption, soit recouvrant la lave en fusion dans son trajet jusqu'à la mer.

Cette éjection, non refondue, est composée de masses depuis quelques pouces d'épaisseur jusqu'à plusieurs pieds, ayant tout des caractères des différents produits volcaniques, faisant mouvoir le barreau aimanté, coulant en verre noir en trois minutes à un feu de forge. Ces masses sont enveloppées d'une terre cuite pulvérulente, de lapillo affectant des formes arrondies, effet sans doute de leurs mouvements progressifs. Voyez des échantillons de cette coulée dans mon envoi.

Il s'y trouve aussi des scories de la nouvelle lave, le tout pêle-mêle, si je puis m'exprimer ainsi. On y voit encore des masses de plusieurs pieds de diamètre, de forme irrégulièrement arrondie, composées de substances différentes formant corps par une substance terreuse cuite, faisant l'effet d'un mauvais ciment, rappelant les poudingues ; mais ces masses se désunissent à la moindre percussion et les grandes pluies ont fait le même effet.

Je n'ai vu de lave proprement dite qu'au bord de la mer et aussi çà et là dans l'étendue de la coulée, mais de peu d'étendue.

Au bord de la mer, on voit bien distinctement ce qui est lave et que ce qui est au-dessus, qu'elle a charrié, n'en est pas ; c'est-à-dire ce qui n'a pas été en fusion dans cette éruption ¹. Ce qui est lave et que la mer baigne, et que je n'ai pu voir de près, m'a paru, en me servant d'une lunette d'approche, d'une pâte compacte.

Soit dans la lave qui a coulé, soit dans les anciens produits qu'elle a charriés, on trouve une grande quantité de péridot ou chrysolithe des volcans, et des cristaux que je prends pour des feldspaths ². (Voyez les échantillons.)

1. Il s'agit là de laves des éruptions antérieures.

2. Phénocristaux de labrador.

Je dois faire observer que, ni de loin comme de près, nous n'avons pas ressenti la moindre secousse de tremblement de terre, phénomène que je n'ai jamais vu préluder les éruptions, ni les accompagner, et lorsque nous en éprouvons, et c'est rarement, ils sont faibles.

M. Patu de Rosemont, mon ami particulier, qui a son frère à Paris, se dispose à passer en France. Il n'a cessé d'observer cette éruption et la dernière. Il a, de plus, fait des tableaux des différentes vues du cratère en travail. Je vais l'inviter à les communiquer à M. Faujas.

Je vais, avant de continuer mon Journal du volcan, après cette éruption, me permettre quelques digressions sur la quantité de lave vomie par notre volcan, comparée à celle du Vésuve et de l'Étna, et encore sur les différentes manières que se font les éruptions.

En général, on croit (et j'ai partagé cette erreur), que notre volcan peut être comparé à l'Étna, ou au moins au Vésuve, soit dans la quantité de lave rejetée dans les éruptions, soit dans le travail au cratère.

Dans l'éruption dont je viens de parler, on est à peu près d'accord que les pierres lancées s'élevaient à 3 ou 400 pieds au-dessus du cratère ; c'est bien peu en comparaison des mêmes phénomènes observés au volcan de l'Étna et à celui du Vésuve. Je ne parlerai pas de l'éruption très extraordinaire du Vésuve du mois d'août 1779, où la lave liquide, mêlée de pierres et de scories, s'est élevée à deux mille pieds du cratère. (Hamilton. Lettre 6 à M. Joseph Banks.)

Le même illustre observateur écrivait de Catane, le 29 mai 1770, que les éruptions ordinaires de l'Étna jetaient des pierres à deux mille pieds, ce qui donne 21 secondes à descendre ; mais, ordinairement, au Vésuve, j'y ai observé qu'elles passent plus de 9 secondes à descendre, ce qui donne 1200 pieds de hauteur, ce qui est bien au-dessus de ce que l'on a observé à la dernière éruption de notre volcan, une des plus considérables qu'on ait vues.

Le même milord Hamilton dit encore que les laves de l'Étna ont ordinairement 15 à 20 miles de longueur sur 6 à 7 de largeur et 50 pieds et plus de profondeur. Celle du Vésuve, quoique moins considérable, surpasse de beaucoup la quantité de matières que l'exagération même suppose à la dernière éruption de notre volcan.

Quant aux cendres jetées par la dernière éruption, je pense que c'est beaucoup que d'estimer qu'elles aient pu couvrir d'une ligne le sol dans une étendue de 6 à 7 lieues à la ronde, et le Vésuve, en juin 1774, en jeta de l'épaisseur de 14 pouces dans un espace de six lieues de circonférence, et il arrive quelquefois, au Vésuve comme à l'Étna, que la quantité de cendres est telle qu'elle dérobe la clarté du jour, pénètre dans les maisons, les armoires, etc.

Je vais me permettre de communiquer des observations sur les éruptions qui ont lieu quelquefois dans le flanc des montagnes volcaniques. Le paragraphe suivant m'en donne l'occasion.

M. Haüy dans sa Minéralogie, tome 4, page 471, dit : « Lorsque la matière fondue encore renfermée dans le cratère est trop compacte et trop pesante pour être soulevée jusqu'au sommet, son effort occasionne une ou plusieurs ruptures dans le flanc de la montagne, d'où elle sort avec les phénomènes semblables à ceux qui accompagnent l'éruption par l'ancien cratère. »

Ce paragraphe me fait croire que les laves, qui se font jour dans le flanc des volcans observés par le célèbre minéralogiste, percent verticalement la montagne comme nous venons de le voir ici dans la dernière éruption. Ce qui me détermine à faire connaître que presque toutes les fois que les laves de notre volcan se sont fait jour par le flanc de notre volcan, c'est presque toujours latéralement, et non avec des phénomènes semblables à ceux qui accompagnent les éruptions par l'ancien cratère. Cette différence semble mériter d'être connue.

Les grandes éruptions de la Ravine de la Table, de Tremblet, de Citron Galet [voyez Bory], et celle dont ma relation termine l'ouvrage du même naturaliste [1802], et beaucoup d'autres antérieures que je n'ai pas été à portée d'observer, sont sorties des flancs des montagnes, quelques-unes éloignées de 2, 3 et 4 lieues du cratère agissant; toutes ont percé et écoulé leurs laves sans être précédées de bruits, point de fumée que celle produite par les arbres que la lave abattait et brûlait. Point de pierres lancées, ne laissant ni ouvertures, ni buttes. Ce qui est encore à observer, c'est que les sortes d'éruptions qui ne sont que des écoulements *sans effort*¹, ne donnent plus ni lave, ni fumée. L'éruption qui a eu lieu entre la côte de l'est et Sainte-Rose est dans ce cas, et il y a près d'un siècle qu'elle a eu lieu.

.....
Je vais continuer l'extrait de mon Journal qui n'est guère intéressant. Je préviens que c'est de l'ancien cratère [le cratère terminal], seul, dont je parlerai, l'autre [le cratère de 1802] ne donne plus ni lumière ni éruption.

Le 26 septembre 1813, l'ancien cratère rejette de la fumée.

Le 18 octobre, grande lumière, fumée élevée, annonce d'éruption. Lumière et fumée jusqu'au 23 novembre. Les 24 et 25 novembre, la colonne lumineuse s'élève à deux fois, à peu près à la hauteur de la montagne, éclaire comme la lune à son quartier. Il y a presque interruption entière de lumière qui reprend ensuite avec plus de force. La lave vomie s'est peu éloignée du cratère.

Le 10 septembre 1814, grand incendie au cratère. Dans cette même nuit, tout paraissait calmé. Deux jours après, il est tombé un peu de cendres et de verre capillaire.

Le 13 octobre, même année, encore grand incendie, un léger bruit que tout le monde n'a pas entendu. Tout a disparu entre 8 et 9 heures de nuit.

1. Éruption du type hawaïen.

Le 21 janvier 1815, grande lumière au cratère, toujours. Lendemain rien ; on avait, quinze jours avant, entendu un bruit sourd dans la montagne du volcan.

Le 27 janvier, le volcan s'est montré, mais comme le 21.

Le vendredi, 4 août 1815, beaucoup de personnes ont ressenti une légère secousse de tremblement de terre, ce qui est bien rare en cette île.

Le 15 août 1815, grande lumière au cratère ; le 16 nous voyons plus bas une lumière qui annonce que la lave coule. La coulée a été vers le piton de Crac (voyez Bory) et s'est répandue dans la plaine des Osmondes (Bory). Elle n'a pas été plus loin.

Le 15 décembre 1816, une petite éruption qui n'a été précédée d'aucun signe avant-coureur (la lave a pris de suite la pente de la montagne et s'est bientôt arrêtée) et n'a plus donné ni feu, ni fumée au cratère.

Nota. -- Jusqu'à ce jour, 1^{er} avril 1817, le volcan n'a point fait d'éruption, mais s'est montré souvent en travail.

SUR LES ESPÈCES OU MUTATIONS NOUVELLES
DU GENRE *ENTELODON* AYMARD

PAR J. Repelin¹

Dans une première note² j'ai signalé, en dehors de l'*Entelodon magnum*, décrit par Aymard, l'existence de deux autres espèces pour lesquelles j'ai proposé les noms de *E. Deguilhemi* et *E. Depereti*. De nouvelles recherches m'ont fait connaître les restes de trois autres variétés ou mutations de ce genre dont la distribution stratigraphique présente un grand intérêt.

La première est représentée par des dents de la mâchoire inférieure dont les dimensions figurent dans le tableau suivant comparées à celles de *E. magnum* (m désigne cette mutation, M, *E. magnum*).

En mm.	C		P ₁ GAUCHE		M ₁ GAUCHE		M ₂ DROITE		M ₃ GAUCHE	
	m	M	m	M	m	M	m	M	m	M
Longueur	27	30-33	19	24	27	30	29	31	28	32
Largeur	22	32	14	14	20	22	24	27	22	25
Hauteur	50(?)	60-65	23	23	14	18	18	18	17	18

Nous possédons en outre une prémolaire P⁴ gauche et une troisième molaire gauche de la mâchoire supérieure dont les dimensions comparées à celles du *magnum* sont les suivantes :

En mm.	P ⁴ GAUCHE		M ¹ DROITE		M ³ GAUCHE	
	m	M	m	M	m	M
Longueur	25	30	28	30	26	31
Largeur	28	30-32	28	32	23	34
Hauteur			15-17	»	16	»

La prémolaire P⁴ a des dimensions bien moindres aussi que celles correspondantes du *magnum*. Les bourrelets antérieurs et postérieurs sont plus simples, mais sa forme générale est celle du type de Ronzon. La première molaire est sensiblement plus petite et plus carrée.

Tels sont les éléments qui permettent d'établir l'existence d'une mutation plus petite que *E. magnum*. Les caractères des dents sont sensiblement les mêmes, avec une plus grande simpli-

1. Note présentée à la séance du 3 février 1919.

2. *C.R. Ac. Sc.*, t. 166, p. 397 (4 mars 1918). Dans cette note j'ai indiqué par erreur sur le tableau des dimensions des dents inférieures la longueur pour la hauteur des canines dont la notation est C et non L.

cité. Ils semblent donc indiquer une forme plus ancienne et en effet celle-ci se trouve dans les assises les plus inférieures de l'Oligocène, à Soumailles, avec les premières traces de Rhinocerotidés et les derniers *Palæotherium* (*P. Muhlbergi*). Nous désignerons cette mutation sous le nom de *E. magnum mut. antiquum*.

La deuxième est de grande taille, ses restes ont été trouvés à Saint-Zacharie (Var) dans des assises, latdorfiennes ou rupéliennes, supérieures à celles où l'on a trouvé les vestiges d'un grand *Anthracotheurium* et du *Palæotherium Muhlbergi*. Ils consistent en une grande canine droite de la dimension de celle de *E. Deguilhemi*, une molaire M² supérieure droite et une M² gauche. Nous avons pu comparer cette dernière avec la correspondante de l'espèce de Villebramar les dimensions sont un peu plus faibles, la forme est beaucoup plus carrée et non trapézoïdale. Il est

	M ²	
	<i>E. Deguilhemi</i>	<i>E. zachariensis</i>
Longueur	42	41
Largeur	46	39
Hauteur	26	23

remarquable que la largeur au niveau de la rangée postérieure de tubercules soit de 30 mm. chez le type de Saint-Zacharie, comme dans *E. Deguilhemi*, tandis que celle de la rangée antérieure est de 46 mm. dans *E. Deguilhemi* et de 39 seulement dans l'autre. Les tubercules sont plus aplatis, plus lisses et arrondis. L'antérieur externe est simple tandis que dans *E. Deguilhemi* il présente une petite tubérosité en arrière n'atteignant pas la moitié de la hauteur du tubercule. La rangée antérieure de trois tubercules n'est pas rectiligne comme dans la forme du Sud-Ouest. Il en est de même de la rangée postérieure. Le tubercule interne de cette rangée est plus gros, plus volumineux, de sorte que la dent fait saillie à l'intérieur au niveau de ce tubercule, tandis que dans *E. Deguilhemi* c'est au niveau de la rangée antérieure que la dent fait saillie dans l'intérieur.

Enfin une autre mutation nous paraît révélée par une pièce intéressante provenant du Stampien de Briatexte et qui présente de grandes analogies avec la forme du Quercy que nous avons appelée *E. Depereti*. Cette pièce est un fragment de mâchoire inférieure gauche avec deux molaires M₂ et M₃ dont la première en parfait état de conservation. La seconde présente, comme le type du Quercy, un gros talon postérieur. Si on la compare à l'*Ent. Depereti* cette pièce suggère les remarques suivantes.

Les dimensions sont moindres :

	M ₂		M ₃	
	<i>E. Depereti</i>	<i>E. briatextensis</i>	<i>E. Depereti</i>	<i>E. briatextensis</i>
Longueur	42	39	70	66
Largeur	33	29	32-36	36
Hauteur	?	20-25	?	25

La longueur totale des deux dents au collet est de 104 mm. chez l'individu de Briatexte et de 111 pour le *Depereti*.

M₃ dans les deux pièces est en partie brisée mais les tubercules antérieurs sont préservés ainsi que les racines et l'on peut constater une différence notable dans l'épaisseur de la racine au talon. Cette dernière est plus grêle et plus ovale dans le *Depereti*. Dans l'autre les tubercules de M₂ sont comprimés sur les flancs, non arrondis. Ils ont donc une forme plus acuminée. La vallée médiane s'allonge entre les deux tubercules internes en une vallée secondaire longitudinale qui n'existe pas dans la forme du Quercy.

Malgré ces différences, les deux types, autant qu'on peut en juger par ces deux pièces, paraissent très analogues. On peut les considérer comme deux mutations d'un même type et désigner celui de Briatexte sous le nom de *Entelodon Depereti mut. briatextensis*.

Nous avons en outre pu examiner deux arrière-molaires inférieures d'un type d'*Entelodon* intermédiaire entre *E. magnum* et *E. Deguilhemi* mais présentant les caractères généraux de ces deux espèces, c'est-à-dire dépourvues de talon. Ces dents proviennent des phosphorites, leur intérêt est de montrer qu'il existe dans ces gisements, en dehors du type à M₃ avec talon, des types analogues aux formes sans talon et probablement des mutations de *E. Deguilhemi*, dont ils se rapprochent par la taille.

De même il existe, dans le bassin tertiaire du Sud-Ouest, des formes avec talon (*E. Depereti mut. briatextensis*) associées aux formes sans talon (*E. magnum*, *E. Deguilhemi*).

Nous signalerons encore une arrière-molaire supérieure droite d'un type tout à fait différent de celles des formes plus ou moins voisines du *magnum* et caractérisée par sa longueur et la disposition de ses tubercules postérieurs groupés en triangle et non en série linéaire. Nous la rapportons, sans preuves suffisantes, et provisoirement, en raison de ses caractères, de ses dimensions et de son gisement (Quercy), à *E. Depereti*.

Enfin une autre arrière-molaire supérieure gauche ne montre que deux tubercules à sa partie postérieure et l'un d'eux, celui de droite, fait partie d'un fort bourrelet qui entoure toute la dent sauf sur sa face interne. La partie postérieure de la dent est très étroite.

Conclusions. On voit que le seul examen des restes fossiles d'*Entelodon* dont nous venons de parler montre que ce genre, loin d'être représenté, comme le croyait Filhol par une seule espèce, présente, en outre des trois bonnes espèces que nous avons précédemment distinguées *E. magnum*, *E. Depereti*, *E. Deguilhemi*, de nombreuses mutations dont trois sont bien caractérisées. La première *E. magnum mut. antiquum* paraît être la plus voisine du type primitif, celle dont paraît dériver directement le *magnum*, elle est du Latdorfien inférieur et semble apparaître avant le type d'Aymard. Une autre *E. Deguilhemi mut. zachariensis* se trouve dans le Stampien inférieur, peut-être même encore dans le Latdorfien. Elle est d'une taille un peu inférieure à celle du Stampien de Villebramar. Enfin une troisième est une forme à M_3 avec talon, très voisine de *E. Depereti*. Elle provient des calcaires de Briatexte et est incontestablement du Stampien supérieur, ce qui nous incite à considérer la grande forme avec M_3 à talon des phosphorites comme se rattachant aussi à la faune stampienne.

SUR LA SUCCESSION DES HORIZONS D'AMMONITES
DU TOARCIEU ET DE L'AALENIEN
DES ENVIRONS IMMÉDIATS DE SALINS (JURA)

PAR **Maurice Piroutet**¹

C'est dans les « Recherches géologiques sur le Jura salinois » de J. Marcou, parues en 1849, que se trouve la première étude stratigraphique du Toarcien et du Bajocien de la région salinoise. La succession des niveaux toarciens y est donnée d'après la coupe du ravin de Pinperdu, et les géologues du Jura qui ont traité, après Marcou, de ces questions n'ont guère fait, à propos de cet étage, que reproduire ce qu'avait écrit celui-ci. Or sa coupe de Pinperdu a été faussée partiellement par suite d'un glissement des marnes ; c'est pourquoi je crois bon de donner ici le résultat de mes observations, effectuées pendant de longues années, sur la succession des faunules d'Ammonites du Toarcien et des assises de passage entre celui-ci et le Bajocien *stricto sensu*, aux alentours de Salins. Je me contenterai, pour l'instant, de citer les espèces les plus caractéristiques et les plus communes que j'aie pu déterminer².

De bas en haut, on se trouve en présence de la succession suivante :

1° Marnes schisteuses à *Posidonomya Bronni* VOLTZ avec parfois *Inoceramus dubius* Sow. ; dans les niveaux inférieurs *Aptychus elasma* MEYER est assez commun. Tout à fait à la base, est très fréquemment un *bone bed*.

Les Ammonites y sont aplaties et peu déterminables ; on y observe des Harpocératidés ; on y reconnaît : *Cæloceras annulatum* Sow., *Lioceras lythense* YOUNG et B. et *Lioceras subplanatum* OPP. ; ces formes apparaissent dès la base.

2° Marnes à Ammonites pyriteuses, avec quelques *Trochus* et *Nucula*. Les Ammonites les plus communes sont : *Cæloceras mucronatum* D'ORB., *Cæloceras Raquinianum* D'ORB., *Lioceras lythense* YOUNG et B., *Lioceras subplanatum* OPP.

1. Note présentée à la séance du 17 février 1919.

2. Ce travail a été commencé alors que j'étais étudiant au Laboratoire de géologie de Besançon ; puis après avoir dû laisser de côté la partie déterminations pendant assez longtemps, c'est au Laboratoire de Paléontologie du Muséum que je me suis trouvé à même de le mener à bien.

3° Calcaire marneux, peu épais, à *Hildoceras Levisoni* DUM. et *Hildoceras boreale* VON SEEBACH.

4° Marnes, avec quelques lits de calcaires marneux : *Haugia variabilis* D'ORB., variété plane et variété renflée, *Haugia Ogerieni* DUM., avec sa variété décrite sous le nom de *Phymatoceras Dumortieri* THIOLLIÈRE, *Denckmannia malagma* DUM., *Lilia Erbaensis* v. HAUER, *Polymorphites norma* DUM., *Lilia Escheri* v. HAUER, *Lioceras lythense* YOUNG et B., *Grammoceras* cf. *soloniacense* LISSAJOUS, *Lioceras bicarinatum* DUM., *Lytoceras sublineatum* OPP.; on y rencontre aussi quelques *Trochus* et *Nucula Hammeri* DEFR.; les Bélemnités du groupe des *Goniotenthis* sont là très abondants.

5° Marnes à *Grammoceras fallaciosum* BAYLE extrêmement abondant, avec *Trochus*, *Turbo*, *Nucula Hammeri* DEFR.

6° Marnes avec, à la partie supérieure, quelques lits de calcaire marneux : *Hammatoceras insigne* ZIET., notamment et surtout sa variété très renflée, *Hildoceras Grunovi* DUM., *Paroniceras sternale* v. BUCH., *Lytoceras Germaini* D'ORB., *Grammoceras toarcense* D'ORB., *Grammoceras Sæmanni* DUM., *Grammoceras striatulum* D'ORB., *Polyplectus discoïdes* ZIET., *Trochus*, *Turbo*, *Nucula Hammeri* DEFR., *Leda rostralis* LAMK., *Astarte*, *Thecocyathus mactra* GOLDF., *Rhynchonella*, Ostréidés.

Paroniceras sternale est surtout commun à la partie supérieure.

7° Marnes, avec quelques calcaires marneux; horizon très puissant : *Grammoceras dispansum* LYC., *Grammoceras costulatum* ZIET., *Grammoceras Gruneri* DUM., *Nucula Hammeri* DEFR., *N. variabilis* ROEM., *Turbo subduplicatus* D'ORB., *Turbo capitaneus* MUNST., *Arca liasina* ROEM., *Leda rostralis* LAMK., *Leda Diana* D'ORB., *Trigonia pulchella* AG., *Thecocyathus mactra* GOLDF., *Pantacrinus*.

Grammoceras dispansum offre ici plusieurs variétés, soit à côtes plus ou moins grosses ou plus ou moins fines, parfois à côtes présentant un genou plus ou moins accentué au tiers de la largeur du tour à partir de l'ombilic. Une variété à côtes très fines et à genou accentué est plus commune à la partie inférieure de l'assise qu'elle semble caractériser. *Grammoceras costulatum* est surtout commun à la base même.

8° Marnes avec quelques lits de calcaire marneux. Ce niveau est caractérisé par *Catulloceras* sp. associé à *Gr. costulatum* ZIET. plus rare qu'auparavant. On y rencontre encore *Turbo capitaneus* MUNST., *Trochus subduplicatus* D'ORB., *Nucula Hammeri* DEFR., *Leda rostralis* LAMK. (rare), *Trigonia pulchella* AG., *Thecocyathus mactra* GOLDF.

On peut ici distinguer deux niveaux; l'un inférieur :

a) caractérisé par *Catulloceras* cf. *insignisimilis* BRAUNS différent de ce *C. insignisimilis* BRAUNS par ses côtes présentant vers le milieu des flancs une courbure à concavité postérieure, puis arrivant sur la face centrale normalement à la trace du siphon ;

b) le niveau supérieur est caractérisé par *Catulloceras Leessbergi* BRANCO.

9° Marnes et surtout calcaires marneux. A partir d'ici les Ammonites

ne sont plus pyriteuses et les Bélemnites beaucoup plus rares qu'auparavant. Les *Trochus*, *Turbo*, *Leda*, *Thecocyathus* font maintenant défaut. Cet horizon renferme encore de très nombreuses Ammonites : *Dumortieria radians* REIN., *D. Moorei* LYC., *D. Levesquei* D'ORB., *D. pseudoradiosa* BRANCO, *Lioceras sp.* du groupe des *L. plicatellum* BUCK. et *L. Thompsoni* BUCK.

10° Calcaire marneux devenant blanchâtre extérieurement, par altération ; il présente parfois un placage ferrugineux et offre des nids d'oxyde de fer, mais ne forme nullement dans la région salinoise une oolithe ferrugineuse, comme cela a été dit à tort. La partie supérieure présente quelquefois des Serpules et des Huîtres plates (mal conservées et indéterminables) ; les fossiles y sont souvent roulés et forment les noyaux de rognons comme ceux que l'on voit se constituer sur des rivages vaseux ; ces rognons sont assez souvent couverts de vermiculures à leur surface. Cette partie supérieure offre ainsi des traces de tendance à l'émerision et, en tout cas, semble bien s'être formée à une très faible profondeur, dans des eaux agitées ayant pu déterminer l'existence d'une lacune dans la sédimentation. Les formes les plus communes et les plus typiques sont :

Harpoceras aalense ZIET., *H. costula* REIN., *H. fluitans* DUM., *H. lotharingicum* BRANCO, *H. subundulatum* BRANCO, *H. mactra* DUM., *H. opalinum* REIN. (rare), *H. opalinum* REIN., var. *comptum* BRANCO (très commun), *H. subcomptum* BRANCO, *H. subserrodens* BRANCO, *Lytoceras sp.*

A la partie inférieure se montrent quelques exemplaires de *Dumortieria radiosa* v. SEEBACH et *Dumortieria pseudoradiosa* BRANCO. J'ai encore recueilli à ce niveau de très rares échantillons de *Trochus subduplicatus* D'ORB. ; *Harpoceras opalinum* REIN. ne semble pas se montrer dans la partie inférieure de cet horizon. Marcou signale à ce niveau, qu'il a parfaitement distingué et qu'il désigne sous le nom de marnes d'Aresches, la présence d'*Hildoceras bifrons* BRUG. Ceci peut surprendre, mais à mon tour je puis affirmer que c'est bien là, aux environs même de Salins, l'horizon où se rencontrent seulement de très rares exemplaires de cette espèce qui manque totalement plus bas. En vingt-cinq ans j'ai rencontré dans ce niveau, en deux points différents quoique peu éloignés l'un de l'autre (à Blégny et sous l'escarpement franchi dans une brèche par la voie romaine atteignant le plateau de Cernans, à peu de distance du camp robenhausien de Grandchamp) deux spécimens de cette espèce si facilement reconnaissable. J'ai encore rencontré celle-ci une troisième fois, lors des creusages pour le captage des eaux de Veley, dans un bloc de calcaire marneux que tous ses caractères démontraient appartenir au même niveau ; du reste ici, il serait difficile qu'elle provint d'un niveau inférieur. Je crois que l'on doit voir là un exemple de survivance tardive d'une espèce dans une localité spéciale ayant présenté des conditions toutes particulières favorables à la persistance de l'espèce en question.

11° Grès argileux, très souvent micacé, en plaquettes, avec empreintes de pistes très nombreuses, et quelquefois Ophiures. Vers la partie supérieure, quelques plaquettes grésocalcaires avec quelques petits Lamellibranches (petites Huitres parfois) et quelques débris de Crinoïdes. Les Ammonites sont très rares à ce niveau ; je n'y ai pu recueillir que de très rares *Harpoceras opalinum* REIN. et *H. maetra* DUM. Horizon assez puissant, très constant et très caractéristique.

12° Série calcaire. D'abord, à la base, calcaires un peu marnogréseux, feuilletés irrégulièrement, grisâtres ou jaune-grisâtre renfermant de nombreux débris de fossiles (petits Lamellibranches et Crinoïdes). Plus haut, et formant parfois la plus grande partie de la série, calcaires, souvent jaunâtres ou gris-jaunâtre, plus ou moins grenus ou oolithiques, parfois pétris d'Entroques ou de débris de Lamellibranches associés à ceux de Crinoïdes. Ces calcaires sont fréquemment en lits assez réguliers, assez souvent séparés par des intercalations peu épaisses, argilogréseuses. Dans cette série, j'ai constaté la présence de *Hammotoceras subinsigne* OPPEL. associé à *Harpoceras opalinum* REIN., ainsi qu'à un *Lioceras* à forme très aplatie, à tours très embrassants, à ombilic assez étroit et ne tombant pas à pic, à côtes peu saillantes, falciformes, formant de véritables côtes un peu serrées seulement dans la partie avoisinant la face ventrale et des rides très larges et peu nombreuses dans la moitié de chaque tour voisine de l'ombilic ; cette forme rappelle un peu par son ornementation *Oppelia subradiata* Sow.

Destrous de Pholade se montrent à plusieurs niveaux dans cette série.

13° Série de calcaires semblables aux précédents, parfois plus ou moins gréseux.

A la Roche-Pourrie ce sont des calcaires marnogréseux avec marnes dures, sèches, gréseuses, plus ou moins subschisteuses. A ce niveau, *Cancellolophycus scoparius* DE SAP. est abondant dans la région. On y trouve communément, mais en certains points seulement, une Ammonite du groupe de *Harpoceras opalinum* REIN., très proche de deux types figurés par Buckman, de celui qu'il donne d'abord sous le nom de *Lioceras opalinum* puis (*emend. nom.*) sous celui de *Walkeria subglabra*, ainsi que de l'espèce qu'il figure (pl. xvi, fig. 7) sous le nom de *Cypholioceras renovatum*. J'ai également recueilli au même niveau, un gros *Phylloceras*, dont les cloisons paraissent identiques à celles du fragment pour lequel Quenstedt (*Der Jura*, pl. 43, fig. 32 et 33) a créé le nom d'*Ammonites penicillatus*.

Dans la partie tout à fait supérieure, on remarque à la Roche-Pourrie, quelques assises grésoides, rognoneuses, reposant sur des lits perforés de très nombreuses tubulures. Les rognons offrent parfois, sur leur surface, de rares Serpules et des vermiculures, ainsi que, dans certains cas, des Huitres plates de petites dimensions.

14° Série de calcaires plus ou moins gréseux parfois ou finement oolithiques ou grenus, parfois ferrugineux, de couleur jaune-brunâtre ou jaune-grisâtre, parfois pétris de débris de fossiles, crinoïdes surtout.

Ces calcaires sont quelquefois aussi, en même temps, légèrement argileux et, entre les lits, se présentent des intercalations, souvent très minces, d'argile dure, sèche, gréseuse, et plus ou moins fissile. Des rognons de silex peuvent s'y rencontrer. Au mont de Cernans, des blocs appartenant à ce niveau renferment des galets empâtés dans la roche. On y observe aussi des lits d'oolithe ferrugineuse rouge brun. Deux de ceux-ci se montrent à la Roche-Pourrie : au même endroit un troisième lit de même sorte, ne s'étend pas sur toute la longueur de l'affleurement. Des trous de Pholade apparaissent à plusieurs hauteurs et la stratification est souvent entrecroisée. Cet horizon renferme, en abondance sur certains points *Ludwigia Murchisonæ* Sow. et *L. opalinoides* MAYER ; on y rencontre encore *H. opalinum* avec *Pecten pumilus* LAMK.

À la Roche-Pourrie, ce niveau commence par la couche ferrugineuse rouge inférieure, très fossilifère, débutant par une marne gris noirâtre, sèche, gréseuse, parfois un peu verdâtre, avec oolithes ferrugineuses plus ou moins nombreuses et manquant même parfois. Quelquefois la base même est totalement envahie par le faciès rouge brun à oolithes ferrugineuses. Cette assise, qui renferme de nombreux rognons et quelques Spongiaires, repose sur un banc dur criblé de tubulures et renfermant quelques très rares fossiles parmi lesquels *Ludwigia Murchisonæ* Sow. qui apparaît là.

Les fossiles de l'assise rouge inférieure sont surtout : *Ludwigia opalinoides* MAYER (extrêmement commune), *Harpoceras opalinum* REIN., *Ludwigia Murchisonæ* Sow., avec ses variétés, *rudis* BUCK., *obtusa* BUCK., *Baylei* BUCK. et *cornu* BUCK., *Erycites fallax* BENECKE, *Sonninia* (*Hammaloceras?*) *Sowerbyi* MILL. (très rare), *Zurcheria* sp. (très rare) ; Marcou y signale aussi *Ammonites concavus* Sow. ; en tout cas, il s'y trouve une forme, peu commune, il est vrai, assez rapprochée de cette espèce, ainsi qu'un *Hyperlioceras* très rare.

On y rencontre aussi *Modiola* sp., *Mytilus* sp., *Gresslya* sp., *Ctenostreon proboscideum* Sow., *Pleuromya* sp., *Terebratula* sp., *Pholodomya* sp., *Hyboctypus Marcoui* DESOR.

C'est très probablement exactement au même niveau que se placent les différents horizons fossilifères de la région, offrant la même faune, les mêmes rognons, et reposant également, le plus souvent sur une assise calcaire criblée de tubulures.

Il semble bien que l'on soit là en présence d'un horizon pouvant servir de repère. Tous ces rognons rappellent beaucoup ceux que l'on voit sur certaines plages marécageuses, à dépôts vaso-gréseux, découvertes à marée basse ; comme eux ils renferment aussi des coquilles, entières ou brisées, des mêmes espèces exactement que celles non roulées du même horizon, ou vivant encore dans les mêmes eaux. Dans les régions tropicales, les marécages en question sont justement couverts de palétuviers et mangliers. Il est infiniment probable que les tubulures que l'on observe dans nos dépôts jurassiques sont les traces des racines de végétaux disparus. Du reste, au niveau de la couche

rouge de la Roche-Pourrie, surtout, et dans l'assise fossilifère, assez constante, synchronique, les débris charbonneux sont loin d'être rares.

Puissance de 10 à 15 mètres.

15° Calcaire grésolite ou grenu, renfermant de très nombreux débris de Crinoïdes et d'Echinides ainsi que, très souvent, de Lamellibranches. Couleur grisâtre ou gris jaunâtre, avec parfois quelques oolithes ferrugineuses. Les lits sont peu épais, généralement de 30 à 40 cm. à 1 ou 2 cm., à surface souvent bosselée et extrêmement souvent perforée de trous de lithophages ; on peut dire que la surface de presque tous les bancs est taraudée.

Cette série calcaire, puissante de 10 à 15 m. environ, est surmontée par une série épaisse d'environ 2 à 3 m., de marnes dures, sèches, oolithiques ou gréseuses, intercalées entre des plaquettes ou des lits plus ou moins réguliers de calcaire oolithique ou gréseux renfermant de très nombreux Bryozoaires, et débris de Lamellibranches, d'Échinides et de Crinoïdes. Dans la série calcaire, j'ai recueilli *Lioceras cf. concavum* Sow., et, au Mont de Cernans, exactement à la jonction du chemin de Clucy avec la route, dans les marnes de la partie supérieure *Lioceras concavum* Sow. ainsi que de nombreux exemplaires d'une petite *Sonninia* dans les calcaires intercalés.

Il semble que ce soit là la partie terminale de l'Aalénien.

Un peu plus haut vient, au même endroit,

16° Série de calcaires plus ou moins grenus, en petits lits, avec intercalations argilo-gréseuses en plaquettes présentant des empreintes de pistes en tout semblables à celles du grès argileux surmontant l'assise à *Harpoceras aalense* ZIET., puis une petite série de calcaires grenus, très fossilifères, avec nombreux débris de Crinoïdes et des Lamellibranches parmi lesquels de très nombreuses *Alectryonia*, de grandes Huîtres plates, un *Ctenostreon*, etc., avec minces intercalations argilo-gréseuses entre les lits. Le niveau fossilifère renferme quelques *Sphaeroceras*, parmi lesquels *S. Sauzei* D'ORB. Au-dessus vient une série de quelques mètres de calcaires à grain plus fin, en bancs bien réguliers, peu épais, avec rognons siliceux non compacts ; ces bancs calcaires alternent avec des bancs de grès argileux se débitant en plaquettes régulières ou dalles, très minces.

Cet ensemble est surmonté par une série assez épaisse de calcaires à silex.

Bien que laissant de côté, dans ce travail, l'étude du Bajocien, vu la rareté des Ammonites dans les assises de cet étage de la région dont je m'occupe ici, je crois devoir signaler ici les quelques individus de ce groupe que j'ai pu y découvrir.

Tout d'abord, j'indiquerai la présence d'un individu de *Witchellia Romani* OPP., parfaitement caractérisé par sa cloison, dans la partie inférieure du rocher supportant la redoute du Bas Belin à un niveau un peu plus élevé que les assises attribuables à la

zone à *Sphæroceras Sauzei* D'ORB., et inférieur aux calcaires à *Ostrea obscura* Sow. que surmonte le calcaire à Polypiers.

Ce dernier, à environ 1 km. plus au NE, sur le flanc de la même montagne de Belin, m'a donné un fragment de *Parkinsonia*, assez fruste, mais néanmoins reconnaissable pour être extrêmement proche, tout au moins, de *Parkinsonia* ? (*Cosmoceras* ?) *Garanti* D'ORB.

Enfin, en deux endroits j'ai recueilli des *Cœloceras* du groupe de *C. Humphriesianum* Sow. L'un des gisements se trouve dans les calcaires à silex surmontant le calcaire à Polypiers, sur la côte de Thésy. L'autre, qui m'a livré un certain nombre d'échantillons d'une espèce voisine, mais différente de la précédente, appartient à un horizon encore assez inférieur à celui du calcaire à Polypiers, et se trouve dans une carrière entre Arbois et le hameau de Vauxelles.

EN RÉSUMÉ, la succession dans les environs immédiats de Salins se présente, de bas en haut, de la manière suivante :

A. TOARCIEEN. I. Horizon à *Cœloceras* : a. *Cœloceras annulatum* ; b. *Cœloceras mucronatum* et *C. Raquinianum*.

II. Horizon, peu épais, à *Hildoceras Levisoni* et *H. boreale*.

III. Horizon à *Haugia variabilis*, *H. Ogerieni*, *Lilia Erbaensis*.

IV. Horizon à *Grammoceras fallaciosum*.

V. Horizon à *Hammatoceras insigne*, *Lytoceras Germaini* et *Paroniceras sternale*.

VI. Horizon à *Grammoceras dispansum*.

VII. Assise de passage entre le Toarcien et l'Aalénien, se rattachant au premier par son faciès pétrographique (marnes à Ammonites pyriteuses), caractérisée par *Catulloceras*.

B. AALÉNIEN. VIII. Horizon à *Dumortieria radians*.

IX. Horizon à *Harpoceras aalense* : s. horiz. à *Dumortieria radiosa* ; s. horiz. sup. où apparaît *H. opalinum*.

X. Grès superliasique et calcaires immédiatement supérieurs.

XI. Horizon à *Hammatoceras subinsigne*.

XII. Horizon à *Harpoceras ex aff. opalinum* et *Cancellophycus scoparius*.

XIII. Horizon à *Ludwigia Murchisonæ* et *L. opalinoides*.

XIV. Horizon à *Lioceras concavum*.

Les horizons X, XI et XII paraissent représenter la véritable zone à *Harpoceras opalinum*. Cette espèce se montre déjà toutefois sous sa forme typique dès l'horizon IX, mais il semble que l'on pourrait subdiviser celui-ci en deux sous-horizons, l'un inférieur avec *Dumortieria radiosa* et *D. pseudoradiosa*, l'autre supérieur où apparaît *Harpoceras opalinum*. Cette dernière

espèce monte ici plus haut que généralement ailleurs, puisqu'on la rencontre encore associée à *Ludwigia opalinoïdes* et à *L. Murchisonæ* ainsi qu'aux variétés *Baylei*, *obtusa*, *rudis* et *cornu* de cette dernière. Il faut aussi remarquer l'apparition, à ce même niveau, de *Hammatoceras Sowerbyi*. Avec l'horizon à *Harpoceras aalense*, les phénomènes d'interruption et de trouble dans la sédimentation font leur apparition et, pendant tout l'Aalénien, ils se reproduisent d'une manière extrêmement fréquente et sont la règle vers la partie supérieure de cet étage, tandis qu'ils s'atténuent au Bajocien. Par suite, tant par sa faune, que par le caractère de sédimentation troublée et souvent interrompue de ses dépôts, l'Aalénien se présente ici avec un caractère nettement tranché qui justifie parfaitement sa séparation d'avec le Lias et le Bajocien.

Enfin, ce dernier étage se montre partagé en couches à *Sphæroceras* à la base et couches à *Cæloceras* du groupe de *C. Humphriesianum* à la partie supérieure ; celle-ci beaucoup plus puissante que la précédente paraît bien présenter une zone à *Witchellia Romani* surmontée par une zone à *Parkinsonia* (*Cosmoceras*?) *Garanti*.

QUELQUES MOTS SUR LES ARGILES A SILEX DE SAÔNE-ET-LOIRE

PAR **Marcel Lissajous** ¹

La formation du dépôt dit *les Argiles à silex*, dans le département de Saône-et-Loire, a été expliquée de diverses manières dont aucune ne paraît pleinement satisfaisante.

Les hypothèses de dépôts glaciaires² ou marins³, ceux-ci accompagnés ou non de phénomènes geysériens, ne sont pas acceptables ; celles de formations fluviales⁴ ou fluvio-lacustres⁵ ne peuvent suffire pour l'ensemble des dépôts.

A part Arcelin, qui a donné une étude stratigraphique assez complète et une liste de fossiles, les auteurs cités en note ont étudié cette formation de façon insuffisante et certains points importants leur ont échappé.

En accordant une plus grande attention à l'orogénie de la région, à la nature et à la disposition des dépôts, à l'action des agents atmosphériques et à l'état de conservation des fossiles, on peut arriver à des conclusions qui me paraissent se rapprocher plus sensiblement de la vérité que les hypothèses proposées jusqu'ici.

Les Argiles à silex présentent, de bas en haut, la disposition

1. Note présentée à la séance du 3 mars 1919.

2. JULES MARTIN. Sur les Argiles à silex de la côte chalonnaise. *B. S. G. F.*, (3), t. IV, 1876, p. 653-656. — COLLENOT. *Ibid.*, p. 656-665.

3. DELAFOND. *Ibid.*, p. 665-671. — A. DE LAPPARENT. Observations aux notes précédentes. *Ibid.*, p. 671-673. — A. ARCELIN. Sur l'Argile à silex de la côte chalonnaise. *Ibid.*, p. 673-675. — FALSAN. Note sur l'origine de l'Argile à silex des environs de Mâcon et de Chalon. *Mém. Soc. des Sc. nat. de Saône-et-Loire*, t. II, p. 79-88. 1878. — A. ARCELIN. Les formations tertiaires et quaternaires des environs de Mâcon. L'Argile à silex. *Ann. de l'Ac. de Mâcon*, (2), t. I, p. 5-37. 1878. — A. ARCELIN. L'Argile à silex des environs de Mâcon et de Chalon. *Mém. Soc. des Sc. nat. de Saône-et-Loire*, t. IV, p. 1-12. 1880. — A. ARCELIN. Explication de la Carte géologique des deux cantons de Mâcon, (2). t. III, p. 218-227. 1881.

4. CAMUSAT. Les argiles à silex de la côte chalonnaise. *Bull. Soc. des Sc. nat. de Saône-et-Loire*, t. IV, p. 281-287. 1890. — CAMUSAT. Argiles à silex de Saône-et-Loire. Considérations nouvelles sur leur genèse. *Bull. Soc. d'Hist. nat. d'Autun*. 11^e bulletin, 1^{re} part., p. 531-555. 1898.

5. CH. DEPÉRET. Terrains tertiaires du Mâconnais. *Bull. Serv. de la Carte géol. de France*, n^o 69.

suiuante : sur le Néocomien inférieur¹, le Portlandien, ou le Kiméridgien plus ou moins ravinés reposent :

- 1° Des sables quartzeux non fossilifères ;
- 2° Des sables et des argiles avec rognons de silex crétaçés et contenant de nombreux fossiles appartenant aux étages cénomanién, turonien et emschérién ;
- 3° Des grès et des conglomérats à élément siliceux, disposés en bancs sans stratification bien nette et souvent rompus ;
- 4° Des couches stratifiées composées d'éléments roulés tels que des sables, grès, silex ou poudingues plus ou moins mêlés à des argiles ferrugineuses. Le tout recouvert parfois d'un manteau d'argile jaune ferrugineuse².

Je crois pouoir expliquer cette formation de la manière suivante :

Les sédiments des étages cénomanién, turonien, et emschérién se sont déposés dans le département, mais aux éléments ordinaires du Crétaçé, tels qu'ils se présentent dans la partie Nord, se sont ajoutés, dans le Sud, des matériaux granitiques arrachés à une terre dépendant du Plateau Central et qui ne devait pas être très éloignée, à en juger par la faune qu'on recueille dans la région mâconnaise. Cette faune comprend des Spongiaires très abondants, d'assez nombreux Oursins, des Brachiopodes, des Lamellibranches assez rares. Aucun Céphalopode.

La couche n° 1 paraît être le résidu des premiers sédiments crétaçés³, elle est souvent difficile à séparer de la couche n° 2 qui est un dépôt en place ainsi que le prouuent les fossiles nullement roulés qu'on y trouve. Ces fossiles sont le plus souvent démunis de test, tous silicifiés, parfois déformés par écrasement, mais ne montrent aucune usure pouvant laisser supposer un charriage. Les Spongiaires entre autres sont souvent très bien conservés et les détails de leur structure ne montrent que l'altération consécutive à la silicification.

On peut donc considérer ce niveau comme un produit de décalcification sur place ; cette décalcification a entraîné un effondrement des couches avec mélange consécutif des fossiles des trois étages cités plus haut et la cause doit en être attribuée à l'action des agents atmosphériques.

A partir de l'Aturien, les mouvements orogéniques ont com-

1. La présence de cet étage n'est pas certaine dans le voisinage de Mâcon ; il n'en est pas de même dans les environs de Tournus où de nombreux fossiles néocomiens ont été recueillis.

2. Je ne donne ici que les grandes lignes de la formation ; pour plus de détails voir ARCELIN (*loc. cit.*).

3. Les sables qui forment ce premier niveau sont peut-être l'équivalent des sables albiens qu'on trouve dans les départements voisins.

mencé à exonder la région et la mer, chassée au loin, n'y est plus revenue. Cette exondation s'est fortement accentuée au moment des grands plissements alpins et des montagnes assez élevées se sont formées dans le Sud du département ¹.

Il est permis de supposer que sur leurs pentes dévalaient des torrents transformés plus loin en rivières qui entraînaient à une plus ou moins grande distance les sédiments du Crétacé désagrégé par l'action des agents atmosphériques.

Sur certains points, les couches primitives, protégées par des failles, sont restées en place, ce sont les niveaux 1 et 2 ; leur décalcification s'est produite vraisemblablement de la même façon que pour l'Argile à silex du Nord de la France.

Le niveau 3 formé d'éléments peu ou non roulés, pris aux niveaux 1 et 2, agglutinés par un ciment siliceux et déposés en bancs plus ou moins continus, peut, je crois, être attribué à un dépôt lacustre dont les matériaux n'ont subi qu'un transport de peu de durée.

Ces bancs, grâce à leur épaisseur et à leur dureté ont résisté très longtemps aux agents atmosphériques ; la destruction des terrains sous-jacents moins résistants, leur a fait perdre l'équilibre et ils se sont rompus en fragments plus ou moins volumineux qui reposent sur divers niveaux dont le plus inférieur est le Séquanien. Ils ont alors un peu l'aspect de blocs erratiques et ont été pris pour tels par quelques géologues anciens.

Le niveau 4 montre des éléments très roulés indiquant un long charriage ; c'est de toute évidence une formation fluviale ². La puissance des rivières qui ont déposé cette dernière couche a été sans cesse diminuant car les matériaux qui la composent deviennent, de bas en haut, de plus en plus fins.

La formation ne se voit au complet que dans le voisinage de Mâcon, plus loin les dépôts fluviaux se montrent seuls ou mélangés à quelques fragments du niveau 2.

Les Argiles à silex marquent le début des vastes érosions qui ont attaqué la région ; leurs débris se retrouvent mélangés à des dépôts plus récents formés de calcaires arrachés aux terrains jurassiques (poudingues aquitaniens), et reparaissent une dernière fois dans les sables et cailloutis des plateaux (p³) qui sont un résidu de divers étages jurassiques et crétacés.

1. En supposant les plus hauts sommets du Mâconnais encore recouverts par les terrains secondaires enlevés par les érosions, on trouve une altitude de plus de 1 700 mètres.

2. Ce niveau contient aussi des fossiles mais rendus informes par le charriage.

Il est fort probable que la couche précédente en contient aussi, mais je n'ai pas eu l'occasion d'en rencontrer.

SUR L'EXISTENCE DE COQUILLES MARINES
DANS L'ISTHME DE SAINT-ELME (VAR)

PAR **Pierre Marty** ¹.

La rade de Toulon est barrée au Sud par la presqu'île Cépet, qui se subdivise elle-même en trois presqu'îles secondaires, lesquelles sont, en allant de l'Ouest à l'Est, celle de Saint-Elme, celle du Lazaret et celle de Saint-Mandrier.

La première est reliée à la terre ferme par l'isthme des Sablettes, la seconde à la première par un isthme que, faute de nom en usage, je propose de dénommer isthme de Saint-Elme, la troisième à la seconde par l'isthme de la Coudoulière.

L'isthme de Saint-Elme offre une longueur de 300 m. et une largeur de 600 m. Il forme un dos d'âne dont le point culminant est à environ 8 m. au-dessus du niveau de la mer.

Les collines du Lazaret et de Saint-Elme sont constituées par des alternances de conglomérats et de grès rouges attribués au Permien. Sur cette formation reposent, dans l'isthme, d'anciennes alluvions argileuses.

Elles sont bien développées dans le couloir qui s'étend entre les collines de Sicié au Sud et de Six-Fours-Reynier au Nord et aboutit à la baie de Sanary d'une part et à celle de Tamaris de l'autre. C'est un dépôt d'eau profonde, débutant par des conglomérats et se terminant par des sédiments fins, très oxydés. A la Coudoulière de Six-Fours, il a 32 m. de puissance. Il n'est pas fonction du réseau hydrographique actuel mais a participé à d'importants mouvements du sol qui l'ont infléchi en fond de bateau. Il garde une stratification très nette, sans jamais prendre le caractère d'éboulis des pentes, jusqu'à une grande hauteur, comme à la tête du ravin de Jonas, au pied de Notre-Dame de la Garde. Dans la baie de Sanary, il se termine sur la mer par une falaise de 8 m. de haut. Au Cap-Nègre, il ravine le basalte qui traverse l'Oligocène de Bandol. En fait de fossiles, je n'y ai trouvé qu'une première ou deuxième molaire supérieure droite d'un Cerf de la taille de l'Elaphe. Il existe aussi, à la Coudoulière, des lignites d'où l'on aurait extrait des cônes de Pin.

1. Note présentée à la séance du 3 mars 1919.

Ces fossiles n'ont rien de caractéristique. Il n'y a donc aucun moyen de dater actuellement les alluvions d'une façon précise. Peut-être pourra-t-on prouver un jour qu'elles remontent au Miocène supérieur ou au Pliocène. La Carte géologique leur donne la notation des alluvions anciennes.

Ces alluvions sont recouvertes, sur toute l'étendue de l'isthme, par une très mince couche irrégulière de sable quartzeux, jaune clair, à petits galets de quartz, sable identique d'aspect à celui de la plage voisine des Sablettes.

Dans ces sables, et notamment au sommet du dos d'âne de l'isthme, j'ai recueilli les coquilles suivantes : *Murex brandaris* L., *M. trunculus* L., *Cerithium vulgatum* L., *Trochus tessellatus* CHEMN., *Patella cœrulea* LAMK., *Ostrea edulis* L., *Cardium edule* L.

La présence des Mollusques dans les sables ne peut, semble-t-il, s'expliquer que d'une des quatre façons suivantes : ou ils y ont été charriés par le vent ; ou ils y ont été jetés par les lames d'une tempête ; ou ils y ont été apportés par l'homme ; ou ils ont vécu sur place, la mer occupant alors l'emplacement actuel de l'isthme.

Il convient de passer en revue ces quatre hypothèses.

On peut supposer *a priori*, et bien qu'ils ne présentent nullement la topographie en crêtes transversales caractéristiques de ce genre de formations, que les sables de l'isthme sont des sables de dune. Mais, quelle en serait la provenance ? Il ne se trouve aucune plage en connexion. Au Sud, fond rocheux ; au Nord, fond vaseux ; à l'Est, à l'Ouest, les hauteurs de Saint-Elme et du Lazaret. Ce sable viendrait-il de la plage des Sablettes ? C'est bien improbable. Il n'aurait pu être entraîné que par la *largade*, vent rare et généralement faible dans la région. Et il aurait eu à franchir la presqu'île de Saint-Elme, qui doit avoir près de 25 m. de haut. Cette explication paraît encore moins applicable aux galets de quartz, aux lourdes coquilles d'Huitres, de Rochers, contenues dans les sables. Si d'ailleurs ces coquilles avaient subi une action éolienne, elles seraient émoussées, polies, par le frottement du sable ; ce qui n'est pas le cas.

Peut-on attribuer leur apport à une tempête ? L'isthme des Sablettes n'est large que de 60 m. ; il dépasse à peine le niveau de la mer. Or, les tempêtes dont les plus fortes lames le franchissent sont tout à fait exceptionnelles. Il est donc bien invraisemblable qu'elles aient pu traverser un isthme dix fois plus large. D'ailleurs, la connexion fréquente des valves de Lamellibranches paraît incompatible avec un transport violent, qu'il ait eu lieu par voie aquatique ou par voie aérienne.

S'agit-il de Kjokkenmøddinger ? L'hypothèse est séduisante :

1° Les pêcheurs préparent souvent à terre leur bouillabaisse, où il entre des Rochers. Mais ils choisissent en général pour cette opération culinaire une crique abritée. Or, les coquilles que j'ai trouvées dans l'isthme de Saint-Elme gisaient, éparses, en plein champ, loin de la côte.

2° La plupart des espèces habitant ces coquilles entrent, il est vrai, dans l'alimentation humaine. Mais les Cérithes et les Troques ne sont pas dans ce cas, que je sache. De plus, si les Lamelli-branches avaient été consommés, les ligaments de leurs charnières eussent été rompus, à la suite de quoi la connexion des valves n'eût guère persisté. Or j'ai trouvé plusieurs de ces valves engrenées l'une dans l'autre.

3° Au pied de la colline du Lazaret, dans la couche qui la sépare de la butte du Gros Baou, existe une zone où le sable fait défaut et où, dans les creux, les coquilles forment de petits tas. A première vue, il semble bien qu'on se trouve, ici, en présence de débris de cuisine. Mais, en y regardant de plus près, on constate que le versant présente des dépôts des pentes. Et, dès lors, il devient rationnel de penser que les sables, plus légers, ont été enlevés dans cette zone par le ruissellement, tandis que, sous l'influence de la même action, les coquilles, plus lourdes, ont été simplement amoncelées sur les points bas de la déclivité.

Ainsi, par éliminations successives, la seule hypothèse qui

LÉGENDE DES FIGURES CI-CONTRE.

FIG. 1. — CROQUIS GÉOLOGIQUE DE LA BAIE DE SANARY
PRIS DE NOTRE-DAME DE LA GARDE (PRESQU'ÎLE SICIÉ).

- 1, Phyllades du cap Sicié ; 2, Archipel des Embiers ; 3, Le Brunsc (dépôt coquillier) ; au dernier plan, La Ciotat ; 4, Vestiges sous-marins de Tauroentum ; 5, Bandol ; 6, Cap Nègre (basalte) ; 7, La Coudoulière (alluvions anciennes à dents de Cerf) ; 8, Dépôt de lumachelles de Sauviou ; 9, Racine du pli du Beausset ; 10, Tête du pli du Beausset ; 11, Fort de Six-Fours et village de Reynier ; 12, Alluvions anciennes du couloir entre les baies de Sanary et de Tamaris.
- Orientation : SE-NW.

FIG. 2. — CROQUIS GÉOLOGIQUE DE LA PRESQU'ÎLE DE SICIÉ
PRIS DE LA COLLINE DE SIX-FOURS.

- 1, Pointe de Balaguier ; 2, Baie de la Seyne ; 3, Colline des Hommes-sans-Peur ; 4, Cap Cépet et presqu'île Saint-Mandrier ; 5, Presqu'île du Lazaret ; 6, Baie de Tamaris ; 7, Batterie du Gros-Baou ; 8, Isthme de Saint-Elme (sables coquilliers) ; 9, Presqu'île de Saint-Elme ; 10, Isthme des Sablettes ; 11, Baou-Rouge ; 12, Notre-Dame de la Garde et le cap Sicié ; 13, Village de Reynier ; 14, Alluvions anciennes à dents de Cerf ; 15, Baie de Sanary ; 16, Colline de Six-Fours : débris du traîneau écraseur de la nappe charriée de Toulon.
- Orientation : N-S.

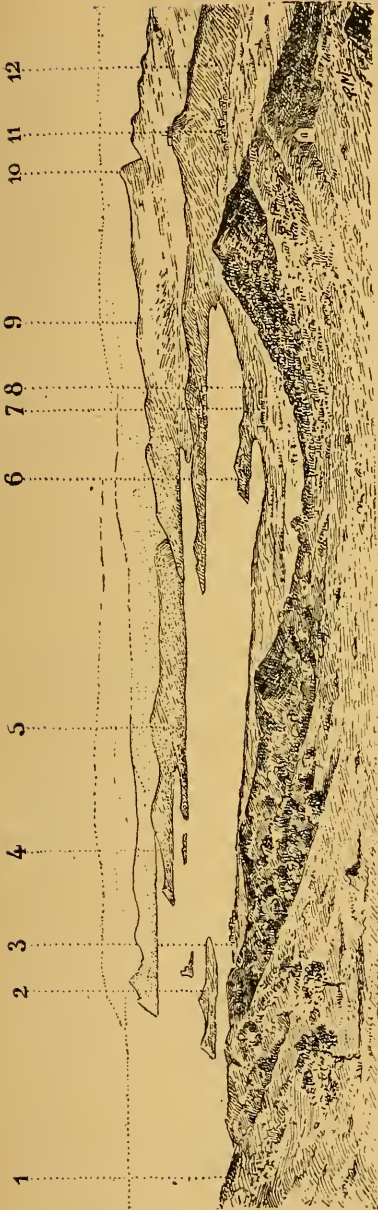


FIG. 1



FIG. 2

subsiste est celle en vertu de laquelle les coquilles marines de l'isthme de Saint-Elme ont vécu sur place, et, par suite, la mer a occupé l'emplacement de cet isthme postérieurement au dépôt des alluvions à débris de Cerf.

Parmi ces Mollusques, les uns, comme les Cérithes, ont dû venir des fonds lagunaires de la baie du Lazaret, les autres comme les Patelles des fonds rocheux de la haute mer.

J'ajouterai que, d'après une tradition orale conservée à Toulon, mais que ne m'a permis de contrôler aucun texte écrit, la presqu'île du Lazaret aurait été une île au moyen-âge.

Peut-être le simple bon sens, après examen des faits, a-t-il imposé à des gens même dépourvus de toute notion de géologie l'hypothèse qui vient d'être proposée ici, moyen-âge étant simplement dans leur pensée synonyme d'antiquité.

Des investigations poursuivies depuis la baie de Sanary jusqu'aux Salins d'Hyères, en vue de corroborer ou d'infirmer cette interprétation, m'ont permis de noter quelques coupes complémentaires.

Au Brusce, en face de l'île du Petit Gaou, qui fait partie de l'archipel des Embiers, j'ai relevé la coupe suivante dans un à-pic qui domine la mer. Sa puissance, qui se confond avec son altitude, n'est que de 2 m. 50.

5. Sables à galets de quartz, contenant *Cerithium vulgatum* L., *Patella cœrulea* L. et *Conus mediterraneus* L. (épaisseur 0 m. 50) ;

4. Argile sableuse rouge, « alluvions anciennes » de la Carte géologique. Coquilles d'*Helix* indéterminables ;

3. Cordon de galets de quartz ;

2. Brèche de cailloux de quartz et de débris de phyllades cimentés par de la limonite (niveau à dents de Cerf) ;

1. Phyllades en place.

On peut se demander s'il s'agit là d'une ancienne plage ou simplement de matériaux jetés à la côte par les vagues.

Une coupe plus intéressante est visible auprès de la petite station balnéaire de l'Almanarre, entre Carqueiranne et Hyères. A droite de la route d'Hyères à Toulon, au bord du chemin qui, des Cabines, s'élève vers Costebelle, à environ 50 m. de la mer et à l'altitude approximative de 8 m., existe une vieille plage, de couleur brune, un peu terreuse, avec galets de quartz, de calcaire et de roches éruptives, remplie de coquilles de Bucardes et nettement recouverte, ici, par une épaisseur d'un mètre d'éboulis de la montagne.

Il semble bien que la principale époque des éboulis des pentes concorde avec celle du remplissage des grottes et remonte à l'âge

du Renne. Quoi qu'il en soit de celui des éboulis de Costebelle, ils marquent la limite supérieure de l'ancienne plage coquillière. L'Almanarre offre donc à peu près l'équivalent de ce que montre la presqu'île de Saint-Elme ; et, de plus, le recouvrement des sables à Bucardes par des éléments détritiques suffit pour éliminer ici toutes les causes actuellement agissantes que nous avons eu à examiner près de la rade de Toulon.

Je n'ai pas fait entrer en ligne de compte les lumachelles que j'ai découvertes à Saint-Elme et au Sauviou, dans la baie de Sanary, à 8 m. d'altitude, parce que je ne sais pas si les coquilles qui les forment sont d'eau douce ou marines. Mais le sédiment a tout à fait l'aspect d'une ancienne plage.

J'ajouterai que, dans cette région, la côte paraît en voie d'affaissement. On connaît les vestiges romains de la ville de Tauroentum, dans le golfe de La Ciotat. A l'Almanarre, tout contre les cabines de bain, on peut voir, dans les déchirures de la plage actuelle une vieille plage à lumachelles, à débris de briques et de poteries, dont l'existence sous les sédiments marins qui se déposent aujourd'hui, indique nettement, sur ce point, une transgression de la Méditerranée.

Ainsi donc, il se serait produit, du Brusc à l'Almanarre, c'est-à-dire sur une longueur de 25 km. de la côte provençale, après la formation des argiles à dents de Cerf :

1° Un affaissement qui aurait séparé la presqu'île Cépet de la terre ferme et permis le dépôt des sables coquilliers ;

2° un soulèvement qui aurait porté ces dépôts à 8 m. au-dessus du niveau de la mer où nous les trouvons aujourd'hui et même plus haut.

3° une période pluviale qui aurait localement recouvert ces dépôts sous une couche d'éboulis ;

4° un affaissement actuel.

Peut-être y a-t-il lieu de rappeler ici quelques observations qui semblent concorder avec les miennes¹.

Des sables coquilliers, avec *Cardium edule*, *C. Lamarcki*, *Tapes Dianæ*, *Gastrana fragilis*, *Loripès lacteus*, *Nassa nitida*, *Cerithium vulgatum*, ont été trouvés par M. Miquel, à quelques mètres au-dessus des étangs de Lespignan et de Capestang. Sur les bords de l'étang de Berre, tout près des Martigues, M. Collot

1. Dans les phyllades de la pointe de Pipady, qui termine la presqu'île du Mourillon, à quelques mètres au-dessous du niveau de la mer, j'ai vu des perforations rappelant des trous de Pholades. Mais je crois devoir être prudent en ce qui touche leur interprétation. Ayant découvert des trous semblables dans une falaise d'argile aux environs du Pradet, j'ai eu la curiosité de vérifier ce qu'ils pouvaient contenir, et j'ai trouvé au fond de chacun d'eux une balle de revolver,

a signalé, à 4 m. 50 au-dessus de l'étang, sur une surface arasée du Néocrétacé, un dépôt à *Cardium edule* et à Palustrines, recouvert par 3 m. 20 de graviers. Entre le môle de Nice et Pierre-Formigue, près de Beaulieu, en faisant le tour de la presqu'île de Saint-Hospice, existe, entre 3 et 13 m., c'est-à-dire à l'altitude moyenne de 8 m., une série de dépôts marins à *Arca Noë*, *Barbata barbata*, *Cardium tuberculatum*, *Turbo rugosus*, *Nassa incrassata*, *Rissoia lactea*, *Conus mediterraneus*. On les retrouve aux Baoussés-Roussés, près de Menton.

M. Boule a fait remarquer, à propos des Éléphants et des Rhinocéros découverts dans ce gisement, qu'ils n'auraient certainement pu fréquenter les grottes célèbres, si la mer en se retirant, n'avait laissé, entre le rivage et les rochers escarpés du littoral, un espace assez vaste pour permettre à ces grands animaux de se livrer à des évolutions auxquelles la topographie actuelle ne saurait se prêter. « Il est probable, dit M. Haug, que toute la plateforme continentale, jusqu'à l'isobathe de 200 m., et sur une largeur de 5 à 6 km., était, à ce moment, entièrement émergée. La fin de la période chelléenne, dont le début correspondait à une phase d'extension maximum, était donc marquée par un retrait de la mer bien au delà de ses limites actuelles. »

Peut-être ce retrait correspond-il aussi à l'exondation des anciennes plages de Saint-Elme et de l'Almanarre, dont la découverte comblerait, dans ce cas, la lacune existant entre celles de l'Hérault et des Bouches-du-Rhône à l'Ouest et celles des Alpes-Maritimes à l'Est.

RESTES DE MAMMIFÈRES TERRESTRES
DES ARGILES AQUITANIENNES MARINES DE FONTCAUDE
PRÈS MONTPELLIER
PAR F. Roman¹.

La transgression marine du Néogène débute dans la région de Montpellier par un conglomérat peu épais, visible aux environs de Saint-Georges-d'Orques, qui repose directement sur le Jurassique. Ce conglomérat renferme de nombreuses *Ostræa aginensis* TOURN. et passe à des argiles bleues à *Potamides* (*Tympanotonus*) *margaritaceus* et *P.* (*Pyrenella*) *plicatus*. Au-dessus viennent quelques assises moins fossilifères où l'on ne rencontre que quelques *Anomia* et *O. aginensis*. A la partie supérieure les argiles deviennent plus sableuses, jaunâtres et finissent par passer à des marnocalcaires molassiques remplis de moules internes de Lamellibranches. Progressivement l'élément calcaire prédomine et l'on arrive au calcaire moellon typique à *Pecten Tourнали* et *Ostræa gingensis* de la base du Burdigalien.

Les mollasses sont ensuite recouvertes par les cailloutis du Pliocène supérieur dominant le village de Saint-Georges d'Orques.

Au Nord de cette région, le Burdigalien reparaît et repose, entre Juvignac et le cellier de Caunel près Fontcaude, sur les marnes bleues aquitaniennes qui offrent un beau développement auprès de cette dernière localité. Sur ce point l'extrême base de la formation n'est pas visible.

C'est dans les marnes bleues de Caunel que j'ai eu la bonne fortune de rencontrer, il y a quelques années, en compagnie de notre regretté collègue Maurice Gennevaux, une dent d'un petit *Tapiridé*.

Gennevaux fit plus tard des recherches minutieuses sur ce point et put recueillir quelques dents du même *Protapirus*, ainsi que quelques autres fragments de Mammifères.

Ces pièces sont actuellement dans les collections de l'Université de Lyon, à la suite du legs de sa collection fait, au Laboratoire de Géologie, par notre ami.

L'intérêt de ces pièces résulte surtout de leur découverte dans

1. Note présentée à la séance du 3 mars 1919.

4 mars 1920.

Bull. Soc. géol. Fr. (4), XIX. — 3.

des couches entièrement marines et jusqu'ici caractérisées par leur seule faune de Mollusques.

PROTAPIRUS DOUVILLEI FILHOL. — Les dents, bien que recueillies isolément, appartenait à un même individu; quelques débris osseux, indéterminables, qui provenaient sans doute du crâne, les accompagnaient.

Nous possédons quatre dents supérieures : M¹ et P⁴ gauches, P³ et P² droites (fig. 1).

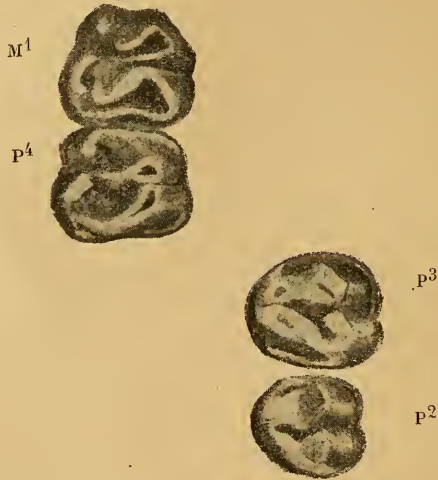


FIG. 1. — *Protapirus Douvillei* FILHOL. Dentition supérieure (g. n.).

M¹ de forme subquadrangulaire est usée presque jusqu'à la base de la couronne. Elle est un peu plus large que longue, ce qui résulte de la largeur plus grande de la colline antérieure. La vallée médiane est à peine creusée par suite du degré d'usure de la dent. Le tubercule antéro-externe est fort et plus volumineux que le postéro-interne. Il existe, de plus, un petit mamelon en avant du paracone. Les deux tubercules internes sont assez écartés. Le bord antérieur de la dent et le bord postérieur portent un léger bourrelet basilaire, mais on ne trouve sur la muraille externe qu'un léger pli limité à la colline postérieure. Les dimensions de cette dent : long. 16 mm., larg. 18 mm., concordent bien avec celle du *Protapirus Douvillei* FILHOL de Saint-Gérard-le-Puy.

P⁴ présente les mêmes éléments que M¹, mais les deux tubercules internes se rapprochent sur la ligne médiane de la dent, sans se souder complètement, comme dans le *Protapirus*

priscus des Phosphorites. Un petit sillon sur la muraille interne, comme dans le *Protapirus Douvillei*, indique la démarcation des deux tubercules. Par suite du rapprochement de ces deux denticules la couronne de P⁴ prend une forme subtriangulaire. Le bourrelet basilaire existe seulement sur la partie antérieure et postérieure de la dent comme dans les arrière-molaires.

P³ est plus petite et encore plus triangulaire : les deux tubercules externes sont subégaux, mais le tubercule postéro-interne est plus développé que l'antérieur. Ces deux tubercules restent cependant distincts et le petit sillon séparatif est encore visible sur cette dent.

La dentition inférieure est représentée par trois dents en série du côté gauche (M², M¹, P⁴), plus la prémolaire la plus antérieure (P¹) (fig. 2). De l'autre côté nous n'avons que M² et M¹.

Ces dents ont le type classique des Tapirs, à deux collines transverses, séparées par une vallée médiane très large. La colline antérieure de M² est notablement plus large que la colline postérieure. Cette différence est moins accusée dans M¹. P⁴ est presque carrée et son lobe antérieur un peu plus étroit que le postérieur. Dans toutes les M le talon postérieur est moins développé que l'antérieur. Ce dernier existe seul dans P⁴.

P³ et P² manquent. P¹ relativement courte a une forme triangulaire ; les tubercules postérieurs, très ronds, sont reliés par une crête transverse. Une crête longitudinale oblique relie le tubercule postéro-externe au tubercule antéro-interne qui est bien développé. Le tubercule antéro-externe est plus réduit et peu distinct d'un tubercule plus antérieur qui termine la dent.

Rapports et différences. — On sait que les Tapiridés présentent dans leur ensemble une dentition assez uniforme tant à la mâchoire supérieure qu'à la mandibule. La forme des prémolaires permet cependant de différencier nettement un certain nombre de genres.

Les Tapiridés oligocènes ont été révisés en 1912 par M. Depéret qui distingue deux séries phylétiques distinctes évoluant parallèlement¹. Les caractères des deux genres *Protapirus* FILHOL et *Paratapirus* DEPÉRET ont été précisés :

1. DEPÉRET et DOUXAMI. Les Vertébrés oligocènes de Pylimont-Challonges *Mém. Soc. Pal. suisse*, t. XXIX, 1902, p. 35.

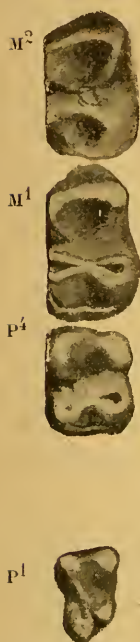


FIG. 2. — *Protapirus Douvillei* FILHOL. Dentition inférieure (g. n.).

Les *Protapirus* dont le type est *Protapirus priscus* FILHOL ¹ différent des *Tapirs* par la forme des prémolaires supérieures (P³ et P⁴) « où les deux lobes internes sont étroitement accolés au lieu d'être écartés et distincts ; cette structure donne aux prémolaires des *Protapirus* une forme triangulaire très différente de la forme quadrangulaire des *Tapirus* ».

Dans l'Aquitainien de Saint-Gérand-le-Puy ce groupe est représenté par le *Protapirus Douvillei* FILHOL ² figuré à nouveau par Gaudry ³ d'après le type.

Les *Paratapirus* (type *Paratapirus helveticus* v. MEYER ⁴ ont un lobe antéro-interne dans les P supérieures plus étroit que le lobe postéro-interne ; mais ces lobes tout en restant distincts sont plus rapprochés l'un de l'autre que dans les *Tapirs*.

A ce genre appartient selon M. Stehlin ⁵ *Paratap. intermedius* FILHOL de Selles-sur-Cher et une espèce non désignée spécifiquement, de dimensions un peu plus fortes, de l'Eselsberg, près Ulm. Il est figuré par Zittel ⁶ sous le nom erroné de *Tapirus helveticus*. Cette même espèce est représentée dans la faune de Budenheim près Mayence par quelques dents conservées au Musée de Francfort-sur-Mein.

Il n'y a aucun doute que la forme de Canel appartienne au premier de ces deux phylum. Le rapprochement des tubercules internes est très net et leur séparation n'est qu'indiquée par un léger sillon sur la muraille interne de la prémolaire supérieure.

La taille est la même que celle du *Prot. Douvillei* et le bourrelet basilaire est peu développé. Ce dernier caractère différencie très bien cette espèce du *Prot. priscus* dans lequel le bourrelet est continu et plus développé.

Jusqu'ici on n'a pas encore signalé cette espèce dans les nombreux gisements de Vertébrés du Sud-Ouest de la France se rattachant à l'Aquitainien.

La seule pièce se rapportant à la famille des Tapiridés qui soit venue à ma connaissance est une mandibule et des arrièremolaires recueillies par Gennevaux dans l'Oligocène de Varilhe (Ariège). Malheureusement cette pièce provenant d'un spécimen

1. FILHOL. Phosphorites du Quercy. *Ann. Sc. géol.*, t. VIII, pl. VII, fig. 236-240. — *Id.*, t. XVII, pl. VI, fig. 15-16.

2. *Id.*, pl. VI, fig. 13.

3. A. GAUDRY. La dentition des ancêtres des Tapirs. *B. S. G. F.*, (3), XXV, pl. IX, fig. 5.

4. H. V. MEYER. Die Reste des *genus Tapirus*. *Palæontographica*, t. XV, p. 184, pl. XXVII et pl. XXVIII.

5. H. G. STEHLIN. Mammifères éocènes et oligocènes du bassin de Paris. *B. S. G. F.*, (IV), IX, p. 516.

6. ZITTEL. *Traité de Paléontologie*, trad. BARROIS, t. IV, p. 279, fig. 221.

jeune dans laquelle les dents de remplacement sont encore dans leur alvéole ne peuvent donner aucune indication spécifique certaine. De plus on ne connaît pas de prémolaires supérieures. Il faut donc attendre des documents plus complets pour hasarder une détermination.

AMPHITRAGULUS de la taille de *GRACILIS* POMEL. — Les marnes de Canel ont encore fourni aux recherches de Genevieux une molaire inférieure isolée d'un petit Ruminant de la taille de l'espèce de Saint-Gérard-le-Puy figuré par Filhol (*Ann. Sc. nat.*, pl. XIX, fig. 11). Il n'est pas possible de préciser davantage étant donné la similitude presque complète des dents de ces petits Ruminants.

Cette faunule, malgré le petit nombre de pièces récoltées, offre un certain intérêt de ce fait que l'on peut assimiler complètement au point de vue stratigraphique l'âge des assises marines de Canel avec le niveau si connu de Saint-Gérard-le-Puy. C'est une preuve de plus pour démontrer que la transgression marine de la côte montpelliéraine débute dès la fin de l'Oligocène avec l'Aquitaniien, en continuité parfaite avec la base du Miocène.

LES DOLINES ET LES VALLÉES SÈCHES DU JURA DÔLOIS

PAR **Bourgeat** ¹.

La ville de Dôle, bien que comprise dans le département du Jura, n'appartient cependant pas à la chaîne qui porte ce nom. Elle est assise à l'extrémité d'un promontoire calcaire qui fait suite au bombement primitif de la terre et qui sépare, en s'avancant dans le Tertiaire bressan, la vallée du Doubs de la vallée de la Saône. A part quelques affleurements d'Oxfordien qui se montrent d'une part, à l'Ouest, vers Champvans, et d'autre part, au Nord-Ouest, vers Auxange, toute la région qui s'étend sur la rive droite du Doubs est formée de Jurassique supérieur ou de Jurassique inférieur calcaires. Il s'y rencontre près de la rivière une couverture, généralement légère, de conglomérat de la forêt de Chaux, si ce n'est au bois d'Arne où cette couverture atteint une sérieuse épaisseur. Sur la rive gauche le conglomérat est puissant et ne laisse voir que sur les bords du Doubs les formations géologiques sous-jacentes.

1. Note présentée à la séance du 28 avril 1919.

C'est sur la rive droite surtout que se montrent les dolines et les vallées sèches dont je me propose de dire quelques mots.

I. DOLINES. — La première région qui est à signaler pour les dolines est celle du mont Roland, au Nord de Dôle. C'est une région où les calcaires sont nus et, par le fait, éminemment perméables. Ils appartiennent au Jurassique inférieur (Bajocien et Bathonien) dont l'épaisseur est loin d'égaliser celle que ces étages offrent dans la montagne du Jura, et sont coupés de nombreuses failles. Les dolines y sont fort belles, en forme d'entonnoirs dont le contour supérieur est compris entre 50 et 80 m. et la profondeur d'une trentaine de mètres au moins. Elles peuvent se répartir en trois groupes :

1° Celles qui sont situées sur l'axe même de la montagne et qui sont au nombre de quatre principales.

Les deux premières sont situées de part et d'autre de la chapelle du mont Roland, la troisième est dans leur prolongement vers le Nord-Est. Quant à la quatrième elle est située un peu à gauche de cette direction vers le moulin de Jouhe. Il est manifeste qu'elles jalonnent les eaux souterraines qui vont sortir au moulin de Jouhe.

2° Celles qui sont dirigées perpendiculairement à la petite montagne. Il y en a deux groupes de deux chacun. Le premier jalonne les eaux qui vont sortir aux maisons de la Bretennière au Sud d'Authume ; le second ne donne aucune source visible, mais il jalonne au Sud d'Authume, des eaux souterraines, qu'on ne voit apparaître qu'aux grandes pluies au pied nord de la montée Rouge.

3° Celles qui se succèdent, parallèlement au mont Roland, dans la dépression où se trouve Landon. Celles-là indiquent un cours d'eau souterrain qui se montre au jour au Nord-Est de Foucherans. Elles sont moins belles et moins régulières que les précédentes.

La seconde région des dolines est celle de Dampierre et d'Evans. Elles forment là une traînée à peine discontinue tout le long de la forêt d'Arne, entraînant dans leur affaissement sur plus d'un point le conglomérat sur lequel pousse la forêt.

La troisième région est celle de Courtefontaine à gauche du Doubs et à 5 km. de la rivière. Il y a là une vallée barrée çà et là par des seuils de calcaire et qui court du Petit-Villard au Sud jusqu'aux grottes d'Osselles au Nord. Tout le long de cette vallée les dolines sont nombreuses : les unes anciennes, les autres récentes surtout de Courtefontaine à Osselles. Il n'est pas possible de ne pas reconnaître là encore des cours d'eau souterrains dont l'un va de Courtefontaine à la source d'Osselles, l'autre de Courtefontaine à l'étang, qui près de Fourg donne naissance à la Clauge.

II. VALLÉES SÈCHES. — Cette vallée de Courtefontaine est, comme il vient d'être dit, un premier exemple de vallée sèche à deux versants : l'un vers Osselles, l'autre vers l'étang de Fourg. C'est du côté d'Osselles qu'elle se trouve barrée par des saillies calcaires, ce qui indique que les eaux, lorsqu'elles n'étaient pas encore souterraines, s'écoulaient de préférence vers l'étang de Fourg. Le nom de Courtefontaine vient de ce fait, digne de remarque, qu'une source n'y paraît au jour que pour disparaître sous terre à quelques mètres de là. La vallée à cet endroit est dominée au couchant par des escarpements rauraciens qui

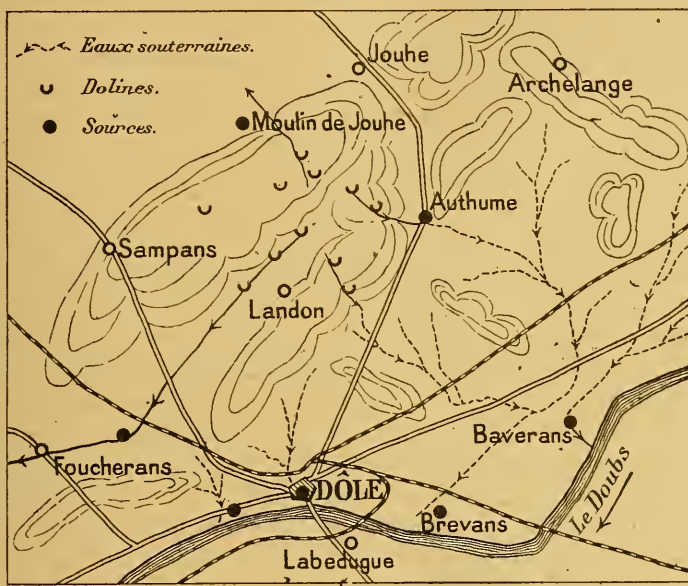


FIG. 1. — CARTE DES ENVIRONS DE DÔLE. — Ech. : 1/10 000.

reposent sur des marnes oxfordiennes et qui sont eux-mêmes recouverts par le conglomérat de la forêt de Chaux. A l'Est, c'est le Bathonien calcaire et fissuré. Or, la source qui naît à la limite du Rauracien et de l'Oxfordien, n'a pas plus tôt atteint le Bathonien qu'elle s'engouffre dans une large et profonde crevasse où l'on a utilisé sa chute pour mettre en mouvement une roue hydraulique. Ce qui prouve que cette eau coulait jadis à la surface de la vallée, c'est que celle-ci ne présente que quelques blocs du conglomérat alors que ceux-ci forment plus haut à l'Ouest une couche assez épaisse au-dessus du Corallien. Le conglomérat à son arrivée avait dû boucher la fente où l'eau s'engouffre ainsi

que les fentes voisines, car on aperçoit encore en certains points les berges d'un lac près des maisons de Courtefontaine. L'eau sous pression sortait entre l'Oxfordien et le Rauracien à travers le conglomérat qui encombrait la vallée ; mais elle ne pouvait pas ou presque pas s'engouffrer dans la fente. De là un lac d'où naissait un cours d'eau, qui a presque complètement débarrassé la vallée du conglomérat.

Si cette vallée sèche est intéressante, celles des environs de Dôle ne le sont pas moins. C'est entre le mont Roland et le Doubs qu'elles se présentent. Nous avons dit qu'aux maisons de la Bretennière s'échappe une source dont les eaux souterraines sont marquées par deux dolines en direction à peu près perpendiculaire au mont. Ces eaux se perdent vite dans les calcaires rauraciens et astartiens qui s'étendent de là jusqu'au Doubs. Il en est de même des eaux de pluie qui tombent entre Archelange et Authume. Toutes ces eaux autrefois s'écoulaient par une vallée sinueuse qui traverse le bois des Ruppes pour aller aboutir à Brevans. La preuve qu'il en était bien ainsi, c'est qu'aux grandes pluies, il y a des résurgences d'eau dans cette vallée et qu'au bas, avant d'arriver à Brevans, les eaux reparaissent en partie et forment un ruisseau qui va au Doubs. A cette vallée viennent aboutir les eaux souterraines que nous avons signalées au Sud d'Authume près de la montée Rouge. Seulement, si les eaux souterraines suivent à peu près ces petites vallées dans leur direction générale, elles ne les suivent pas dans tous les détails. La grande source vauclusienne de Brevans formée par ces eaux profondes ne se trouve pas sur l'axe même de la vallée mais un peu sur sa droite. Ceci semblerait indiquer que le conglomérat dont on trouve les traces le long de la vallée a commandé le cours des eaux superficielles.

Une autre petite vallée sèche, très importante, est celle qui prend naissance au Sud de la montée Rouge, c'est-à-dire près du champ de manœuvres de Dôle, et qui passe sous le cimetière de la ville pour venir aboutir à la Grand'rue de Dôle. C'est légèrement à sa gauche en allant vers le Doubs que se trouve la vieille fontaine de la rue Pasteur. Il n'est pas besoin de dire combien les eaux de cette fontaine courent le danger d'être contaminées. A l'heure actuelle celles de la vallée sèche précédente ne sont guère plus sûres, car c'est sur leur trajet qu'on a enseveli un grand nombre de chevaux durant la guerre.

Enfin, il est près de Dôle une troisième petite vallée sèche qui mesure à peine 2 km. de long. Celle-là passe sous les casernes et ses eaux souterraines alimentent la fontaine d'Arrans près

du parc de Scey. Bien que ses eaux ne passent pas sous un cimetière d'hommes ou sous un cimetière de chevaux, elles n'en sont pas plus recommandables pour cela. Leur bassin d'alimentation est comme pour les deux premières un champ de culture dont les engrais donnent des microbes de toute nature. La couleur jaune qu'elles présentent et le dépôt d'argile qu'elles donnent aux grandes pluies, montrent assez que les fissures où s'engagent les eaux de surface n'ont rien de filtrant.

Plus au Nord de Dôle il existe une quatrième vallée sèche qui traverse la partie nord du bois des Ruppes et qui, après avoir longé les deux fermes de Haibes, vient aboutir au levant de Baverans où il y a deux sources : l'une plus claire, l'autre facilement troublée. Le long de cette vallée comme le long de celle qui aboutit à Baverans, il y a des résurgences passagères.

Lorsqu'on monte plus au Nord-Est on trouve avant d'arriver à Ranchot encore deux vallées sèches sur la rive droite du Doubs. La première est celle qui suit la voie ferrée de Labarre à Gendrey. Les contours en sont aussi nets que si les eaux n'en avaient quitté qu'hier la surface. La seconde est celle qui naît aux Minerais près du bois d'Arne et qui descend au Doubs près de Montplain. Elle n'est pas tout à fait dépourvue d'eau ; mais la faible quantité qui s'y écoule par rapport à son bassin montre qu'elle s'avance vers la phase sèche des précédentes.

Sur la rive gauche du Doubs, les vallées sèches sont moins nombreuses à cause du recouvrement du conglomérat dont la couche supérieure est une argile assez imperméable ; mais où ce conglomérat manque, la vallée sèche apparaît. La plus intéressante de ces vallées est celle qui descend de Courtefontaine sur Fraisans. A son origine sur le conglomérat, elle est arrosée par un ruisseau qui devient important aux grandes crues. Mais, qu'il y ait des crues ou non, ce ruisseau se perd en route lorsqu'il est arrivé aux points où le conglomérat ne recouvre plus les calcaires jurassiques. Il n'y en a plus de traces au cimetière de Fraisans.

SONDAGE A EPEIGNÉ-SUR-DÊME (INDRE-ET-LOIRE)

PAR **A. de Grossouvre** et **F. Canu**¹.

En 1917, une recherche a été faite dans le Nord du département d'Indre-et-Loire, tout proche de la limite de celui de la Sarthe, en vue de retrouver un gisement de lignite qui, d'après des dires plus ou moins précis, aurait été rencontré autrefois dans un puits creusé à l'Aître-Jaille, commune d'Epeigné-sur-Dême.

La Dême est un petit affluent de la rive gauche du Loir ; Epeigné-sur-Dême est à proximité du bord nord de la feuille d'État-Major à 1/80 000 (n° 107, Tours), un peu à l'Ouest de la route de Tours à La Chartre-sur-Loir, aux environs de 1° 90' de longitude ouest.

La recherche a été faite par un forage situé sur la rive droite de la Dême, à 430 m. environ à l'Ouest de l'Aître-Jaille.

Voici la copie de la coupe des terrains traversés par ce forage, coupe que je dois à l'amabilité de M. le directeur de la Poudrière nationale du Ripault.

SONDAGE D'EPEIGNÉ-SUR-DÊME

de 0 m. à	0,50	Terre végétale.
	0,50 à 0,70	Marne argileuse grise.
	0,70 à 1,15	Marne blanche graveleuse.
	1,15 à 1,60	Marne grise, jaunâtre, un peu sableuse.
	1,60 à 2,80	Marne avec veinules grises.
	2,80 à 3,30	Marne jaunâtre.
	3,30 à 3,65	Marne très collante.
	3,65 à 4,35	Marne jaunâtre très collante.
	4,35 à 6,60	Silex gris et noirs, très durs.
	6,60 à 7,50	Silex noyés dans la marne.
	7,50 à 8,00	Marne blanche collante.
	8,00 à 8,96	Alternance de petits bancs de silex noirs noyés dans la marne blanche.
	8,96 à 9,60	Silex gris et noirs très durs.
	9,60 à 10,20	Marne blanche avec silex noirs.
	10,20 à 10,70	Silex noirs et gris très durs.
	10,70 à 11,06	Marne blanche.
	11,06 à 11,30	Silex gris et noirs.
	11,30 à 11,85	Marne jaune grasse.
	11,85 à 12,10	Silex gris et noirs noyés dans la marne jaune.
	12,10 à 12,86	Argile jaune avec veinules jaunâtres.

1. Note présentée à la séance du 17 mars 1919.

12,86 à 14,90	Marne argileuse marron avec parties grises et violettes.
14,90 à 15,36	Silex gris et noir noyés dans la marne jaune et marron.
15,36 à 18,50	Marne jaune.
18,50 à 20,20	Marne grise.
20,20 à 21,05	Silex gris et noirs très durs.
21,05 à 22,01	Marne verdâtre.
22,01 à 23,05	Alternance de silex noir gris vert et de marne jaune.
23,05 à 24,00	Marne jaune légèrement sableuse.
24,00 à 24,45	Silex gris noir et vert.
24,45 à 25,56	Petits bancs de silex gris-vert et marne jaune sableuse.
25,56 à 26,75	Marne grise avec calcaire noyé.
26,75 à 27,60	Calcaire gris.
27,60 à 29,36	Marne grise et calcaire gris mélangés.
29,36 à 30,45	Calcaire blanc rempli de coquillages.
30,45 à 31,36	Marne blanche
31,36 à 32,36	Marne blanche.
32,36 à 33,50	— et coquillages fossiles.
33,50 à 34,05	Calcaire blanc très siliceux.
34,05 à 34,76	Marne blanche.
34,76 à 35,76	Marne blanche glauconieuse et calcaire siliceux noyé.
35,76 à 39,45	Marne blanche glauconieuse et calcaire gris-vert noyé.
39,45 à 41,00	Calcaire blanc glauconieux.
41,00 à 41,55	Calcaire gris glauconieux très dur.
41,55 à 43,10	Calcaire blanc grès dur et deux veinules de 0,20 de marne blanche.
43,10 à 44,05	Calcaire gris vert glauconieux très dur.
44,05 à 44,31	Calcaire vert tendre glauconieux.
44,31 à 46,20	Calcaire vert et gris glauconieux.
46,20 à 48,85	Marne blanche légèrement sableuse.
48,85 à 49,96	Marne grisâtre plus grasse.
49,96 à 51,85	Marne grise.
51,85 à 53,51	Calcaire gris glauconieux.
53,51 à 55,80	Marne grisâtre sableuse.
55,80 à 58,60	Calcaire grisâtre.
58,60 à 62,80	Calcaire gris vert glauconieux.
62,80 à 63,85	Marne blanche avec veinules verdâtres glauconieux et sableux.
63,85 à 69,85	Marne et calcaire gris vert pâle.
69,85 à 70,95	Calcaire gris.
70,95 à 79,00	Calcaire gris noyé dans la marne grise légèrement sableuse.
79,00 à 80,76	Marne grise verdâtre plus grasse.
80,76	Fin du forage.

N'ayant pas examiné toute la série des échantillons extraits de ce forage, je dois me borner à en chercher l'interprétation en utilisant les données fournies par la Carte géologique de la feuille de Tours.

Elle indique sur le plateau situé à l'Est de la Dême une couverture de calcaire lacustre éocène supérieur, e^2 , niveau du calcaire de Saint-Ouen. Ce même calcaire se retrouve à la carrière du four à chaux de la Martre, près de Dissay-sous-Courcillon, où il

est fossilifère. C'est un horizon lacustre très développé dans tout l'Ouest de la France, ainsi que je l'ai montré¹. On le retrouve à Saint-Aubin, à Fyé, à Thévalles, etc. Il est probable que l'on doit rapporter à ce calcaire les premiers 4 m. 35 du forage. Puis celui-ci a dû pénétrer dans le terrain à silex éocène, niveau des grès ladères et des poudingues à ciment lustré, e_{IV} et e_V de la feuille. La coupe indique toute une série de terrains formés par des silex noyés dans de la marne. Il est à croire que l'on a pu confondre avec de la marne une argile plus ou moins siliceuse, de couleur blanchâtre. Je serais assez disposé à voir la base de ce terrain à silex vers la cote 14 m. 50 où l'on a rencontré « une marne argileuse marron avec parties grises et violettes » correspondant à ce que la notice explicative de la feuille signale dans e_V comme « argile gris-brunâtre, chocolat, veinée de rouge ».

Au-dessous, le forage serait entré dans la craie à silex : il a rencontré entre 29 m. 36 et 33 m. 50 des bancs fossilifères : j'ai examiné les échantillons de ce niveau. Les fossiles ont été broyés par la sonde, mais on peut y reconnaître cependant des débris de *Chlamys*, *Janira*, *Inoceramus*, *Rynchonella*, des *Porosphæra*, des radioles de *Cyphosoma*, *Cidaris pseudopistillum*, *Bourguetia crinus ellipticus*, *Pentacrinus carinatus*, avec de nombreux Bryozoaires. Voici la liste de ces derniers (28 espèces) :

<i>Membranipora excavata</i> D'ORBIGNY, 1852.	<i>Cea lamellosa</i> D'ORBIGNY, 1853.
<i>Onychocella irregularis</i> HAGENOW, 1851.	<i>Entalophora rustica</i> HAGENOW, 1851.
— <i>arborea</i> D'ORB., 1852.	<i>Mecynœcia</i> (<i>Entalophora</i>) <i>proboscidea</i> MILNE-EDWARDS, 1838 (forme <i>rariopora</i> D'ORBIGNY, 1850).
— <i>dentata</i> D'ORB., 1852.	<i>Mecynœcia</i> (<i>Spiropora</i>) <i>micropora</i> D'ORBIGNY, 1853.
— <i>leda</i> D'ORBIGNY, 1852.	— (<i>Mesenteripora</i>) <i>compressa</i> GOLDFUSS, 1827.
— <i>nerci</i> D'ORBIGNY, 1852.	— (<i>Spiropora</i>) <i>verticillata</i> GOLDFUSS, 1827.
<i>Smittipora erina</i> D'ORBIGNY, 1852.	<i>Peripora pseudospiralis</i> MICHELIN, 1845.
<i>Aechmella hippocrepis</i> HAGENOW, 1851.	<i>Crisina triangularis</i> D'ORBIGNY, 1851.
<i>Rhagasostoma Aegon</i> D'ORB., 1852.	<i>Parascosœcia</i> (<i>Petalopora</i>) <i>costata</i> D'ORBIGNY, 1851.
— <i>Zelima</i> D'ORB., 1852.	<i>Diplodesmora opposita</i> CANU et BASSLER, 1919.
<i>Melicerilites palpebrosa</i> LEVINSEN, 1912.	<i>Semicrescis tubulosa</i> D'ORB., 1853.
— <i>magnifica</i> D'ORB., 1853.	<i>Ditaxi</i> asp. (= <i>Anomalopora</i> des anciennes déterminations).
— <i>tuberosa</i> D'ORB., 1853.	
— (<i>Nodelea</i>) <i>semiluna</i> D'ORBIGNY, 1853.	
— (<i>Elea</i>) <i>lamellosa</i> D'ORB., 1850.	
<i>Filicea regularis</i> D'ORBIGNY, 1852.	

1. A. DE GROSSOUVRE. Feuille de Bourges à 1/320 000. *Bull. Carte géol. de France*, n° 136, XXIII (1913). Comptes rendus des collaborateurs pour la campagne de 1913.

Tous les spécimens sont très beaux et d'une détermination facile.

Les fossiles précédents indiquent donc bien nettement la Craie de Villedieu, les étages santonien et coniacien. Cependant les Bryozoaires ont été recueillis au seul étage coniacien¹, les caractéristiques du Santonien manquant totalement.

Les couches sous-jacentes appartiennent donc au Turonien.

La Carte géologique a indiqué à tort la Craie turonienne c^{6b} sur la rive droite de la Dême ; c'est la Craie sénonienne de Villedieu c^{7a} qui y affleure et il est probable que le Turonien n'existe qu'en profondeur ou, tout au moins, tout au fond de la vallée : pour préciser ce point il serait nécessaire de connaître exactement la différence de niveau entre le point de départ du forage et le fond de la vallée.

Il convient de signaler ici un désaccord qui existe entre la carte et la notice explicative. La première indique presque partout et en particulier aux environs d'Epeigné la superposition directe de la Craie sénonienne c^{7a} à l'assise turonienne c^{6b} qui, d'après la notice, constituerait la base du Turonien. Il en résulterait donc une lacune importante qui en réalité n'existe pas : d'ailleurs d'après le système de notation adopté par le Service de la Carte géologique, c^{6a} représente une assise inférieure à c^{6b} . La notice doit donc être rectifiée dans ce sens.

Dans l'angle nord-ouest de la feuille on voit c^{6a} directement recouvert par c^{7a} : il y a donc là encore une erreur de notation.

Par contre, dans la boutonnière de Souvigné-Souzay, c^5 est recouvert directement par c^{6a} , ce qui est exact.

1. F. CANU. Note préliminaire sur les Bryozoaires de Tours. *C. R. Association française Avancement des Sciences*. 1899. — F. CANU. Note sur la constance de la faune de la Craie de Villedieu. *B. S. G. F.*, (4), III, p. 265. 1903.

L'ARGILE A SCROBICULAIRES DES MARAIS MARITIMES DU CENTRE-OUEST DE LA FRANCE

PAR **Jules Welsch**¹.

Il y a, dans l'Ouest de la France, un certain nombre d'anciennes anfractuosités du littoral qui sont comblées par un dépôt d'argile marneuse à *Scrobicularia plana* représentant une formation marine et d'estuaire de l'époque moderne, formation qui contient des restes de l'industrie de l'Homme néolithique, aussi bien que des restes des époques postérieures jusqu'au moment actuel. Les Mollusques trouvés sont toujours des espèces qui vivent encore aujourd'hui sur le littoral voisin.

L'argile à Scrobiculaires forme des plaines maritimes plus ou moins étendues, ce que j'appelle des *marais maritimes*. Ces marais sont des pays bas dont la surface est presque toujours horizontale ; l'altitude varie de 1 m. à 4 m. au plus au-dessus du niveau moyen de la mer, qui est le zéro Bourdaloue des Cartes topographiques ; c'est à peu près le niveau supérieur des marées de vives eaux, dites *mâlines* dans nos pays de l'Ouest ; en quelques points seulement, ces marées atteignent 3 m. 25 ; le vent peut, du reste, élever l'eau de mer encore plus.

Ces marais représentent d'anciens golfes où débouchaient un certain nombre de ruisseaux et de rivières : la Sèvre niortaise et ses affluents actuels dans le Marais poitevin, la Gère et la Charente dans les marais de Rochefort, etc.

Ce sont des pays plats, accidentés seulement par quelques buttes ou « îles », formées de terrains analogues à ceux des coteaux avoisinants. Ils constituent de petites régions naturelles qui se distinguent nettement des régions voisines. Celles-ci sont formées de terrains divers : schistes cristallins et roches granitiques dans le Nord de la Vendée, puis calcaires et calcaires marneux du Lias et du Jurassique dans le Sud de la Vendée et l'Aunis, ensuite, sables, argiles et calcaires du Crétacé supérieur en Saintonge, enfin dépôts calcaires ou sableux du Tertiaire en Gironde. Ces terrains constituent les coteaux qui entourent les marais et les zones intermédiaires bordant la mer (fig. 1 et 2).

1. Note présentée à la séance du 19 mai 1919.

La constitution géologique, l'altitude, le modelé de la surface, certaines cultures, les coutumes des habitants sont différents entre ces pays-bas et les régions de coteaux des terrains plus anciens.

Les *marais maritimes* résultent du dépôt de quelques alluvions fluviales et surtout de la vase apportée par la haute mer, et celle-ci a reculé devant ses propres atterrissements, par exemple, pour le Marais poitevin, jusqu'à l'anse de l'Aiguillon actuelle ; pour les Marais de Challans et de Bouin jusqu'à la baie de Bourgneuf actuelle ; ce recul continue encore aujourd'hui en de nombreux points. Ces marais ne sont pas des deltas, des produits de rivières.



FIG. 1. — COUPE GÉOLOGIQUE DU MARAIS POITEVIN PAR CHAMPAGNE ET L'ANSE DE L'AIGUILLON. — Long. 1/320 000.

a^{2c} , Vase découvrant à mer basse ; a^{2b} , Argile à Scrobiculaires (bri), alt. 3 m., 2 m., etc. ; a^{1a} , Ancien cordon littoral du Cerisier de Champagne ; J^1 Marnes et Calcaires calloviens ; J^1-III et J^IV , Calcaires de la Plaine, Jurassique moyen ; 0 m., Niveau moyen de la mer (zéro Bourdaloue) ; ---, Limites de la marée haute et de la marée basse.

Il y a des digues de protection contre les grandes marées et contre les vagues des tempêtes, mais elles peuvent être insuffisantes et la mer revient alors sur les « prises » récentes, à la suite de la coïncidence d'une marée d'équinoxe avec un vent d'Ouest violent ; des accidents sont arrivés ainsi dans la baie de Bourgneuf en face de Beauvoir-sur-Mer.

Les marais maritimes sont aujourd'hui complètement assainis et ne sont plus des marécages, car la majeure partie est cultivée et le reste en prairies ; il n'y a que quelques exceptions pour des *marais doux* de l'île d'Oleron, où l'eau douce séjourne trop longtemps, à la surface.

Les diverses formations dans les marais maritimes. — Ces anciens golfes ou anses ont été comblés, depuis l'époque tertiaire, par des alluvions quaternaires et récentes, de plusieurs sortes, marines, fluviales et lacustres (fig. 1).

Voici la série des formations qu'on peut distinguer : 1° dépôts

actuels et modernes, qui sont de trois sortes : dunes littorales Aa^2 , alluvions lacustres et tourbeuses a^{2a} , argile marneuse marine à Scrobiculaires a^{2b} ; 2^o *dépôts quaternaires*, qui comprennent des anciens cordons littoraux marins a^{1a} et des alluvions anciennes du fond des vallées a^{1b} . Mais c'est l'argile à Scrobiculaires qui constitue la masse principale de grands marais de Bouin, de Challans, de la Sèvre, de Brouage, etc. Le marais de la Sèvre ou Marais poitevin présente seul toute la série des formations indiquées ci-dessus.

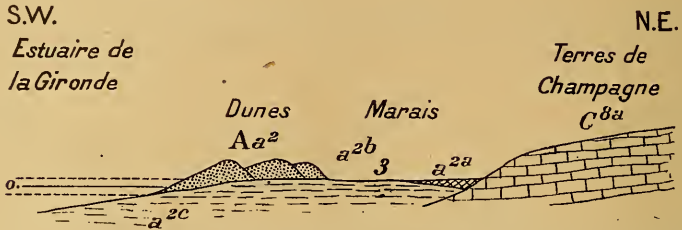


FIG. 2. — COUPE GÉOLOGIQUE DES MARAIS DE SAINT-GEORGES ET DE CHENAUMOINE, RIVE DROITE DE LA GIRONDE.

Aa^2 , Dunes littorales; a^{2a} , Alluvions modernes, lacustres et tourbeuses; a^{2b} , Argile à Scrobiculaires, dite *matte*; a^{2c} , Vase découvrant dans les grandes marées; C^3a , Calcaires crétacés du Campanien.

CARACTÈRES DE L'ARGILE À SCROBICULAIRES ET MODE DE FORMATION.

— C'est un dépôt un peu calcaire avec sable excessivement fin; elle est appelée *bri* par les paysans; elle est compacte, d'un gris bleuâtre. Elle a commencé à se déposer dès le début de l'époque néolithique et son dépôt se continue de nos jours dans la baie de Bourgneuf, l'anse de l'Aiguillon, entre l'île d'Oleron et le continent, dans l'estuaire de la Gironde, etc.

On n'y trouve que des débris d'animaux qui sont peu probants au point de vue de l'âge. Je citerai *Scrobicularia plana* DA COSTA; *Cardium edule* LINNÉ; *Ostrea edulis* L. Ces trois Mollusques vivent encore dans la mer voisine. Il y a aussi des Foraminifères, comme *Nonionina depressula* WALKER et JACOB (détermination de J. Tempère).

Sur la côte, il y a un passage continu du *bri* aux *laisses de mer* actuelles. On saisit le mode de formation de ce dépôt, en considérant ce qui se passe aujourd'hui, dans les endroits abrités, sur le bord de l'Océan, comme dans l'anse de l'Aiguillon, la baie de Bourgneuf, etc. On voit, à mer basse, les *laisses de mer* (ou *lais*) formées d'une vase gris jaunâtre ou gris noirâtre, renfermant un peu de substances organiques en décomposition, restes de Mol-

lusques, Crustacés, Algues, etc. L'ensemble forme une vaste étendue, large souvent de plusieurs kilomètres, portant, sur les parties hautes, au-dessus du niveau des marées moyennes, des plantes halophiles et des herbes diverses, constituant des sortes de *prés-marais*, où l'on fait pacager les bestiaux en dehors des digues de protection ; on les appelle aussi *misottes* en Vendée, *sartières* dans la Gironde, *prés-salés* à Arcachon¹, etc. Ces prés-marais ne sont couverts que dans les grandes marées, et, forcément, il y a tous les passages jusqu'aux marées de *morte eau*, la végétation des halophiles : Chénopodées, Salsolées, *Spartina stricta*, etc. ne pouvant résister partout. Dans les parties basses de l'estran, il n'y a rien que la vase ; les êtres vivants sont *très rares* : Crustacés ou Mollusques.

Lorsque la mer monte, l'eau s'élève à travers les chenaux de l'estran, et déborde jusqu'à ce que tout soit recouvert plus ou moins haut suivant la marée. La mer apporte avec elle la vase qu'elle dépose aux points extrêmes de sa course, là où sa vitesse est nulle ; les plantes halophiles tendent aussi à briser le mouvement des eaux et à faciliter le dépôt de la vase, que la marée descendante n'entraîne pas entièrement. Cette boue doit son origine première aux érosions de la côte et aux alluvions apportées dans la mer par les rivières et les fleuves, comme la Gironde, la Loire, etc. Ensuite, c'est le résultat de phénomènes divers et compliqués, biologiques, physiques et chimiques, comme tout ce qui est dans la nature. Il y a des précipitations chimiques dues à la rencontre de l'eau douce des cours d'eau et de l'eau de mer ; les animaux marins (Vers, Mollusques, etc.) jouent un rôle dans la transformation de certaines matières, par suite de digestions. La séparation physique des éléments se produit aussi ; à marée haute, dans les endroits abrités, la mer n'entraîne plus de sable grossier ; il est tombé en chemin ; c'est ainsi que j'explique qu'il n'y a pas de sable dans le *bri* des marais.

En résumé, le dépôt se fait à l'abri des courants marins, ou à l'abri d'une langue de terre, qui peut être formée par une série de dunes comme celle de la pointe de l'Aiguillon ou par un cordon littoral composé de galets arrachés aux falaises voisines et formant la grève des tempêtes.

Bouquet de la Grye² a fait décider le choix de l'emplacement du bassin actuel de La Pallice, parce que les courants marins

1. *Salt-marsh et saltings* en Angleterre, *schorre* en Belgique, etc.

2. A. BOUQUET DE LA GRYE. Étude hydrographique de la baie de La Rochelle en 1876 et projet d'établissement d'un nouveau bassin à flot (*Service hydrographique de la Marine*, n° 579 : Recherches hydrographiques sur le régime des côtes, 6^e cahier), Paris, 1877.

entre l'île de Ré et le continent empêchent le dépôt de la vase sur cette côte qui est formée par des falaises calcaires du Jurassique supérieur.

Prises. — On appelle ainsi les terres conquises sur la mer, qui sont des sols généralement fertiles.

A la suite du colmatage, les hautes marées ont de plus en plus de peine à couvrir la bordure de la mer et les plantes halophiles, près des digues des terres cultivées. A certains moments, on empêche par de nouvelles digues le retour de la mer, c'est une « prise ». Le recul des eaux est donc souvent visible, par le simple examen des digues récentes ; c'est ainsi qu'on peut prévoir le moment où le comblement total de l'anse de l'Aiguillon se produira entre la pointe d'Esnandes (Aunis) et la pointe de l'Aiguillon (Vendée). Les digues de protection sont faites simplement avec la vase marine, en la tirant d'un fossé placé en avant ; l'imperméabilité du *bri* suffit à arrêter l'eau de mer, et celle-ci apporte assez rapidement de nouvelle vase pour combler le fossé en avant de la digue, et l'état de choses antérieur se reproduit.

Nom. — J'emploie, depuis 1910, l'expression : *argiles à Scrobiculaires*, pour désigner l'assise des vases marines (*bri*), car elle est employée couramment en Angleterre, depuis 1877, où elle a été créée par de Rance¹, *Scrobicularia-clay*, pour des dépôts analogues. *Scrobicularia plana (piperata) = Lutraria compressa* PULTENEY est un Mollusque bivalve, comestible, appelé Lavagnon ou Lavignon, par les pêcheurs. Il vit actuellement, sous une faible profondeur d'eau et possède une grande extension à la fois septentrionale et méridionale. Il y en a plusieurs variétés, aussi la synonymie de l'espèce est abondante. J'ai choisi cette coquille plutôt que *Cardium edule*, le Sourdou des pêcheurs de nos côtes, vendu sur beaucoup de nos marchés, sous le nom de Coques, et en Angleterre, sous le nom de *Cockles* ; la distribution géographique de la première est plus étendue et elle se trouve dans des dépôts plus vaseux. Mon travail contribuera à montrer la généralité du dépôt de l'argile à Scrobiculaires.

Je dois ajouter que cette espèce a commencé à se répandre dès le Pliocène supérieur.

Voici les principaux points où j'ai observé cette marne argileuse, qui est incontestablement formée de *laisses marines* :

Le Marais breton des géographes ou *Marais occidental* de la

1. G. E. DE RANCE. The superficial geology of the country adjoining the coasts of South West Lancashire. *Mém. geol. Survey of England and Wales*, London, Stanford, 1877).

Vendée, avec ses deux parties de Bouin et de Challans-Monts ; dans cette dernière, l'estuaire du Havre de Baisse a achevé d'être comblé par la vase au xvii^e siècle et fermé définitivement par les sables littoraux formant dunes¹ ; c'est le pays des *Maraîchins* avec leurs coutumes anciennes — Marais du Havre de la Gachère à l'île d'Olonne — des Sables d'Olonne et de la Chaume avec estuaire vers la Bauduère — du Havre du Paray vers la Guitière et Talmont — le grand *Marais poitevin*, entre la Vendée et la Charente-Inférieure, depuis l'Anse de l'Aiguillon jusqu'àuprès de Coulon (Deux-Sèvres)² — les anciennes anses comblées au Nord de La Rochelle : de Marsilly ; du Plomb avec petit estuaire vers Lauzière ; de la Repentie (Sud) vers Laleu couverte aujourd'hui des déblais de la Pallice ; du port de la Pallice³ ; de Port-Neuf ; les divers marais autour du rocher calcaire (*rocella*) de La Rochelle, comme celui situé à l'Ouest de la ville où aboutit le vallon de la Fond, c'est l'ancien étier de Vauclair qui a servi de premier port à La Rochelle entre la ville et le quartier actuel du Mail. A l'Est de la ville, il y a le marais de Tasdon avec son prolongement vers Saint-Eloi, et son chenal de la Moulinette ; les travaux de démolition de l'ancien ouvrage à cornes pour l'installation de la nouvelle gare ont montré, en 1913, que l'épaisseur de l'argile à Scrobiculaires dépassait 6 à 7 m. en ce point, et qu'elle formait une nappe imperméable, et assise sur les calcaires jurassiques ; il en résultait une montée artésienne de l'eau douce de ces calcaires — l'anse comblée d'Aytré à Angoulins, séparée de la mer par un cordon de galets calcaires — le marais de Chatellaillon protégé par une ligne de dunes et qui rejoint en arrière de l'« île » du Vieux-Chatellaillon, celui des Trois-Canons au Marouillet ; ce dernier se continue par les marais de Rochefort avec leurs « îles » nombreuses, jusque sur les deux rives de la Charente — le grand Marais de Brouage, si célèbre autrefois par ses marais salants et ensuite par son insalubrité ; il s'étend de Broue à la pointe d'Erre — les marais de l'estuaire de la Seudre avec les salines et les parcs à Huîtres de Marennes et de la Tremblade — plus au Sud, à l'entrée de la Gironde, on trouve ceux de Mathes, séparés de la mer par la masse des dunes d'Arvert, ensuite une série de petits bas-fonds avec leurs terres de cultures, dites *mattes* (ou *mathes*), à Royan, Saint-Georges-de-Didonne (fig. 2), Meschers,

1. JULES WELSCH. Le comblement du Havre de Baisse (Vendée). *Ann. de Géogr.*, t. XXVI, p. 138-141, 15 mars 1917.

2. JULES WELSCH. Le Marais Poitevin. *Ann. de Géogr.*, 15 septembre 1916, t. XXV, p. 328-346.

3. JULES WELSCH. La Mare-à-la-Besse et le bassin de la Pallice. *Ann. de Géogr.*, 15 janvier 1917, t. XXVI, p. 59-61.

etc., au delà, vient le grand Marais de Cosnac à Braud-Saint-Louis jusqu'au Nord de Blaye, sur la rive droite de la Gironde — de l'autre côté de l'estuaire, ce sont les marais du Bas-Médoc, de Soulac et du Verdon, où les terres sont dites aussi *mattes* ou *palus*, et dont l'aspect est toujours le même, avec les canaux ou étiers qui se vident à mer basse, avec des marais salants et des réservoirs à Poissons ; seulement la *matte* est plus rougeâtre que le *bri* des côtes marines ; elle provient pour la majeure partie de la Gironde. Dans les îles de Ré et d'Oleron, les dépôts à Scrobiculaires sont très visibles, surtout dans Ré où ils occupent une très grande surface vers Loix et Ars, couverte de marais salants. Dans l'île d'Oleron, on peut citer les marais de Douhet, de Saint-Pierre, de Dolus au Château, du Château à Ors et à Saint-Trojan, sans compter les bas-fonds de la côte sud-ouest, où il y a des dépôts tourbeux à la surface, comme à Lacheneau, Domino, Vignier, l'Ileau, Matha, la Perroche, etc. ¹, le long de la *Côte sauvage*.

L'étendue de ces divers pays-bas est très variable ; le plus grand est celui de la Sèvre, avec 75 000 hectares.

Épaisseur du bri. — Elle est très sujette à varier ; le plus souvent, elle est de quelques mètres. Les sondages faits dans le Marais poitevin au Sud de Chaillé ont montré 28 m. de bri ; d'autre part, les travaux préliminaires pour l'installation du bassin de la Cabane carrée, à Rochefort, ont traversé 17 m. de bri avant de trouver le sous-sol.

Hydrologie. — Le bri est compact et imperméable, aussi il n'y a pas d'eau à boire dans certains marais et peu de chance de réussir des puits, qui sont en conséquence rares. C'est pour cela que les canaux dérivés des rivières sont si importants pour abreuver le bétail, lorsque les marais sont desséchés.

Utilité. — En beaucoup de points, le bri est employé à la fabrication des briques et des tuiles ; je citerai Bois-Boultoire, près Saint-Georges d'Oleron ; le Pont-Rouge sur la route de Rochefort à Tonnay-Charente ; la Roche de Saint-Hilaire-la-Palud (Deux-Sèvres) pour la tuilerie de la Névoire, dans le Marais poitevin, etc.

Salines ou Marais salants. Rôle des marais maritimes comme emplacement de marais salants. — Toutes les terres qui bordent la mer ne sont pas également propres à l'établissement de marais salants. Elles doivent remplir plusieurs conditions :

1. Presque tous ces dépôts sont indiqués sur la *Carte géologique générale à 1/320 000*, feuille de La Rochelle, parue en 1914.

1° Il faut d'abord que l'altitude soit convenable, que l'eau de mer puisse arriver elle-même à marée haute, sans frais ; aujourd'hui, on aurait, du reste, plus facilement qu'autrefois, des moteurs permettant d'élever les eaux à évaporer, mais cela entraînerait des frais supplémentaires.

2° Il est préférable que le sol soit de l'argile renfermant du sable très fin ; ce qui est le cas pour le *bri*. Si le sol est calcaire ou trop sableux, l'eau de mer s'infiltré et disparaît à marée basse ; s'il est trop argileux, c'est alors une *terre froide*, qui se contracte à la chaleur de l'été, et se crevasse, d'où résultent d'autres inconvénients. De plus, les argiles colorées par des sels de fer donnent au sel marin des teintes ocreuses, qui ne sont pas appréciées.

Les marais maritimes, dont la surface est presque horizontale, ont servi à l'établissement des marais salants de l'Ouest, grâce à leur niveau, qui est inférieur à celui des hautes mers de vives eaux. Les salines ont été plus nombreuses autrefois, notamment à Brouage ; elles existaient déjà dans le haut Moyen Age. Elles ont été développées même sur certains points où il n'y en a plus maintenant ; je citerai la rive gauche de la Charente, l'estuaire de la Gironde où la Carte de Cassini indique des salines de Meschers à Talmont et à Royan ; sur la rive gauche de cet estuaire, dans le Bas-Médoc, il ne subsiste plus que quelques petits marais à Charmaille. Dans le Marais poitevin, il y a encore de petites salines au Sud de Champagné-les-Marais ; on en trouve beaucoup dans les îles de Ré et d'Oleron, à la Gachère, les Sables d'Olonne, Tasdon, etc.

Les salines ont disparu autrefois par suite des impôts, des guerres civiles, de l'inégalité des droits sur les diverses salines, de la concurrence du sel du Portugal, de la révocation de l'Édit de Nantes, de l'éloignement progressif de la mer qui recule devant ses dépôts, de l'envasement des canaux, etc. On a souvent trop rétréci les canaux d'accès, et on a ainsi diminué l'influence du reflux, ce qui a facilité le dépôt des troubles et du *bri* ; cela a relevé le sol des cases des salines.

Pendant ces dernières années, les étés souvent pluvieux ont rendu le salinage difficile et la concurrence du sel minéral de l'Est de la France a été très grande, avant la guerre de 1914-19.

L'abandon des marais salants entraîne une diminution de richesse ; pendant longtemps, on a seulement des *marais gâts* qui ne donnent que de mauvais pâturages et rendent le pays insalubre ; c'est ce qui est arrivé à Brouage. Mais aujourd'hui, les canaux d'écoulement des eaux sont entretenus partout, et la fièvre paludéenne a disparu.

On a souvent creusé des fosses dans l'argile à Scrobiculaires pour y installer des réservoirs ou *écluses à Poissons*, et aussi des dépôts d'Huitres; il y en a partout, surtout à Arcachon; on transforme aujourd'hui ainsi même des marais salants.

Le nettoyage et l'enlèvement de la vase transportée à côté amenaient une surélévation des points voisins et par suite une modification de l'altitude; on le voit surtout dans les îles de Ré et d'Oleron, où l'on établit même directement des levées sur lesquelles on cultive l'orge. Dans les parties trop mouillées du Marais poitevin, à l'Ouest de Maillezais, par exemple, on fait des levées ou *terrées* artificielles, pour avoir des endroits secs pour y planter des arbres. Cela fait que l'on pourrait croire à l'existence d'un pays plus ondulé et admettre que la marée n'a pas suffi à amener l'argile à Scrobiculaires à sa position actuelle.

Age. Comparaison avec certaines régions du Nord-Ouest de l'Europe. — Les dépôts d'argile à Scrobiculaires ont commencé avec l'époque néolithique; je les crois nettement postérieurs au Quaternaire proprement dit. On y a trouvé des haches polies à 3 m. de profondeur¹ et du bronze dans l'estuaire de la Charente². Le régime qui les a produits est le même que le régime actuel de la côte.

J'ajoute que, dans la Grande-Bretagne, il y a des dépôts analogues, appelés *silt, warp, Scrobicularia-clay*; ils se trouvent principalement sur le bord des estuaires de la Tamise, de l'Humber, du Forth, du Tay, de la Severn, etc. et ils occupent aussi certaines régions plates représentant des anciens golfes abrités, comme le Fenland, le Nord-Ouest du Lancashire, la côte du Somerset³. L'argile à Scrobiculaires est postérieure à l'époque glaciaire lorsqu'on l'examine dans les régions à *boulder-clay*. De plus, même dans certains pays, comme le Yorkshire, où l'on trouve, au-dessus ou à côté des dépôts glaciaires, des sables et graviers quaternaires à *Elephas primigenius*, qui sont de la fin de l'époque glaciaire ou franchement postérieurs, on constate que l'argile à Scrobiculaires est encore plus récente, par exemple au Sud-Est de

1. JULES WELSCH. Sur la présence de haches néolithiques dans l'argile à Scrobiculaires des marais maritimes de l'île d'Oleron (Charente-Inférieure). *C. R. somm. Soc. géol. Fr.*, 2 mars 1914.

2. Notice de la feuille de La Rochelle, de la *Carte géologique détaillée à 1/50 000*, par BOISSELLIER.

3. Ce sont les « *tidal lands* » ou « *reclaimed grounds* »; aujourd'hui, ces préses nouvelles sont considérées comme terres de la Couronne. Voir à ce sujet les publications du *Service géologique d'Angleterre* et aussi: A. E. CAREY AND F. W. OLIVER, *Tidal lands, a study of shore problems*, 1 vol. in-8, 284 pages, Blackie and Son, London 1918.

Hull, sur la rive gauche du fleuve Humber. D'un autre côté, dans le Sud de l'Angleterre, où l'invasion glaciaire n'est pas arrivée, on trouve des dépôts d'alluvions, sables et graviers, avec faune quaternaire, et on constate que, dans le voisinage, comme sur les bords de la Tamise, l'argile à Scrobiculaires est nettement postérieure ¹.

Le Sud de la Mer du Nord est bordé de marais analogues à ceux de l'Ouest de la France, depuis le Boulonnais jusqu'au Jutland, mais ils sont beaucoup plus vastes. L'argile des polders de Belgique est grise, dure et plastique, comme le *bri*; les dépôts de l'estuaire de l'Yser, en face Nieuport, dans la crique de Lombartzyde ² sont identiques à ceux de l'anse de l'Aiguillon.

Fixité de la côte considérée. — L'explication que je donne du dépôt de l'argile à Scrobiculaires montre bien que rien n'est changé sur le littoral depuis le commencement de la formation de cette assise; l'altitude relative du continent et de l'Océan est restée la même. Les marais maritimes ont été conquis par l'homme sur la mer haute. Tout s'explique par le jeu de la marée; encore aujourd'hui, les marées d'équinoxe avec vent d'Ouest amèneraient la mer sur les marais maritimes, sauf dans quelques points où les dépôts lacustres ou tourbeux ont surélevé légèrement le sol. La mer n'a fait que reculer devant ses propres atterrissements, ce qui a changé nécessairement la ligne de côte, même pendant la période historique, d'autant plus que les pointes et les promontoires reculaient par érosion marine.

Malheureusement les indications géographiques laissées par les Romains et le Moyen Age sont trop insuffisantes pour pouvoir suivre ce recul. On peut espérer cependant retrouver un jour les restes d'un travail romain, comme dans le Fenland anglais, qui permettront d'établir des jalons dans le développement des marais côtiers.

Dans l'ouvrage d'Ernest Desjardins ³ on trouve des cartes représentant le littoral de l'époque romaine; malheureusement l'auteur restitue à la mer les marais côtiers, sans faire la distinction des *marais tourbeux* qui ne sont pas du tout d'origine marine; il considère souvent les alluvions modernes fluviales comme indiquant le prolongement de la mer.

1. J'ai pu visiter, à plusieurs reprises, diverses parties de la Grande-Bretagne et me rendre compte de l'analogie de certaines formations quaternaires ou modernes britanniques, avec celles de nos régions, grâce à une subvention de l'Académie des Sciences (*fonds Bonaparte*).

2. JEAN MASSART. Essai de géographie botanique des districts littoraux et alluviaux de la Belgique, 2 vol. in-8, Lamertin, Bruxelles, 1907.

3. Géographie de la Gaule romaine, t. I, 1876.

Dolmens. — Il y a un certain nombre de dolmens construits sur le bord des marais maritimes, à la limite de l'argile à Scrobiculaires. Rien n'indique qu'ils ont été submergés; ils sont installés sur des points qui ne montrent aucune nécessité de mouvements du sol. Je citerai les dolmens de Charras, l'Houmée, etc., près de Rochefort. Ceux de Charras sont situés à moins de 1 m. au-dessus des hautes mers et du bri; ils n'ont pu être édifés en pareil lieu, que parce que la mer ne s'élevait pas plus haut qu'aujourd'hui, au moment de leur construction, dans l'estuaire de la Charente.

Dépôts tourbeux. — L'argile marine à Scrobiculaires est imperméable, aussi l'eau de pluie et l'eau provenant des coteaux voisins séjournent facilement à la surface, et, dans certains cas, il y a formation de marécages, couverts de débris tourbeux. Lorsque le sol est desséché, on voit une terre noire plus ou moins épaisse, et quelquefois de véritable tourbe, comme dans le fond du Marais poitevin et de son prolongement sur le Mignon. Ces prairies tourbeuses sont toujours au-dessus de l'argile à Scrobiculaires, et je n'ai jamais vu de tourbe intercalée dans le bri; ce qui se produit quelquefois en Angleterre, dans le Sud du pays de Galles et ailleurs.

Ces couches tourbeuses sont formées de débris de Roseaux (*Arundo*), Rouches et Jones (*Juncus*), Laïches (*Carex*), Mousses et autres plantes plus ou moins aquatiques, avec quelquefois des branches et des troncs d'arbres, etc. Cette assise est plus ou moins épaisse; elle peut dépasser plusieurs pieds et donne un aspect différent à ces zones basses, que l'on appelle alors *marais doux*; je citerai en particulier la plupart des marais de la Côte sauvage de l'île d'Oleron, depuis Domino jusqu'à la Perroche.

Sur la bordure intérieure de certains marais, en particulier du Marais poitevin, on voit ces alluvions lacustres se continuer par les alluvions modernes, dans le fond des vallées voisines où l'on ne trouve pas l'argile marine. On y rencontre surtout des coquilles d'eau douce et des coquilles continentales avec quelques restes de Mammifères; voici l'indication des principaux genres de Mollusques: *Helix*, *Limnæa*, *Bythinia*, *Physa*, *Cochlicella*, *Pisidium*, *Vivipara*, *Planorbis*, etc.; toutes les espèces vivent encore dans la région. Les restes de Mammifères sont des ossements de Chevaux, Bœufs, Cerfs, etc.

Inondation. — Dans tous les marais, il y a actuellement des rivières canalisées ou des canaux creusés de mains d'hommes pour faciliter l'évacuation des eaux douces, provenant des coteaux.

Autrefois, les inondations étaient courantes, et souvent elles persistaient de longs mois ; aujourd'hui, elles sont plus rare. Mais le problème de l'écoulement des eaux est toujours compliqué, à cause du jeu des marées ; on ne peut évacuer les eaux qu'à mer basse. Il arrive encore quelquefois que les rivières se bouchent à leur embouchure, par dépôt de vase ou par ensablement, et les marais situés en arrière sont inondés. Je citerai le cas du Havre de la Gachère (Vendée), ce qui a entraîné une épidémie de fièvre paludéenne dans la région en 1891.

Du reste, les canaux et les rivières canalisées sont très utiles dans les marais maritimes pour les transports, qui se font le plus souvent par barques. Autrefois, il n'y avait pas d'autre moyen d'amener les marchandises sur les marchés, mais aujourd'hui on a développé le système des chemins et routes, et même quelquefois des chemins de fer.

Anciens cordons littoraux (fig. 1). — On trouve souvent des restes de cordons littoraux de divers âges, dans le voisinage de l'argile à Scrobiculaires ; ils sont formés de sables et de graviers avec quelquefois des petits galets roulés et ils renferment des coquilles marines ; l'épaisseur ne dépasse pas quelques mètres, sauf en certains points du Marais poitevin, comme à la Sablière de l'Île Delle. Les coquilles sont quelquefois roulées, quelquefois brisées ; elles ressemblent à celles qui vivent sur la côte voisine de l'Océan Atlantique. Le sable est gris, fin, siliceux avec des galets calcaires roulés ; quelquefois il n'y a que du sable. L'ensemble pourrait se rapprocher d'une sorte de falun.

Ces dépôts ne se montrent jamais sur les coteaux qui limitent les marais maritimes, ni sur les « îles » de ces marais¹. On les trouve seulement en bordure, montrant l'ancienne côte ; le plus souvent, ils s'enfoncent sous l'argile à Scrobiculaires, probablement jusqu'à quelque distance des îles ou de cette ancienne côte ; mais, quelquefois, on voit de ces cordons littoraux qui alternent, dans certains marais, avec les dépôts de vase proprement dits. De sorte qu'il y a des cordons littoraux de divers âges ; aujourd'hui, du reste, on voit la mer déposer la vase à Scrobiculaires dans les baies les plus abritées, tandis qu'elle rejette des sables plus ou moins grossiers en d'autres points ; c'est ainsi qu'au Nord de Fouras (Charente-Inférieure), la vase se dépose,

1. On appelle ainsi les buttes de roches plus anciennes, que l'on trouve éparses dans les marais. Elles ont été autrefois de véritables îles, entourées d'eau marine, et ont été réunies au continent par les dépôts d'atterrissements. Il en est de même en Grande-Bretagne, où l'on dit, par exemple, *Island of Ely*.

tandis que plus loin dans l'anse des Trois Canons (le Marouillet) on voit se former les cordons littoraux.

Aussi ai-je distingué deux catégories d'après l'âge :

1° Cordons littoraux quaternaires a^{1a} ; ce sont principalement ceux que l'on observe en de nombreux points du Marais poitevin, de celui d'Arvert, etc.

2° Cordons littoraux néolithiques et actuels a^2 .

Cordon littoral du Marais poitevin. — On peut constater sa présence en de nombreux points, grâce à sa constitution si différente de celle de l'argile, et à son altitude souvent un peu supérieure. Il peut s'élever à 2 ou 3 m. au-dessus du *bri* ; ce que j'attribue à l'influence des vagues contre la côte, tandis que le *bri* s'est déposé à marée haute dans une eau plus calme.

L'âge de ce cordon est, en réalité, difficile à préciser ; appartient-il au Quaternaire (Pléistocène) ou au début de la période moderne ? On peut dire seulement d'une façon générale qu'il est antérieur à l'argile à Scrobiculaires, et postérieur à la formation du golfe poitevin. On le voit reposer directement sur les formations jurassiques du Marais poitevin (du Bajocien au Kimmeridgien inférieur) ; ces formations étaient primitivement continues de la Vendée à la Charente-Inférieure ; elles ont été disloquées et fracturées à l'époque pliocène et la mer a pénétré dans le golfe ainsi formé. Cette mer a déposé des sables et graviers littoraux contre les falaises jurassiques où on les retrouve. La mer actuelle pourrait déposer le même cordon, si on pouvait enlever toute l'argile à Scrobiculaires ; il n'y a pas eu de changement de niveau relatif depuis le commencement du dépôt de ce cordon littoral.

J'ajoute que, dans ce grand Marais poitevin, je n'ai jamais vu de sables et graviers coquilliers intercalés dans le *bri*. Le cordon littoral est, je crois, postérieur ou de la même époque que les poudingues fluviatiles de Sevreau (Coulon) au débouché de la Sèvre dans le fond du Marais ; ces poudingues sont formés de cailloux roulés qui indiquent une rivière très différente de la Sèvre actuelle, et ils correspondent aux alluvions anciennes du fond des vallées du Poitou à *Elephas antiquus* et *E. primigenius*.

A. L'île de calcaire callovien (voir fig. 1) de Triaize et de Champagné-les-Marais, au Sud de Luçon, est entourée presque complètement d'un cordon littoral plus ou moins épais, exploité en plusieurs points comme sable de construction.

Voici une liste des Mollusques de la sablière du Cerisier de Champagné-les-Marais (Vendée) ¹ :

1. Je dois leur détermination à M. Joly, d'Angoulême.

Ostrea edulis L. ; *O. edulis* L., var. *cristata* BORN. ; *Anomia ephippium* L. ; *Pecten* (*Chlamys*) *varius* L. ; *Mytilus edulis* L. ou *galloprovincialis* LK. ; *Loripes lacteus* L. ; *Cardium aculeatum* L. ; *Cardium* (*Cerastoderma*) *edule* L. ; *C. tuberculatum* ? L. ; *C.* (*Parvicardium*) *exiguum* GMELIN ; *Nucula nucleus* ? L. ou *nucleata* ; *Tapes decussatus* L. ; *T. rhomboides* PENNANT ; *T. edulis* CHEMN. in LOCARD ; *Tellina balanstina* L. ; *Mactra subtruncata* DA COSTA ; *M. triangula* RENIER ; *Syndosmia alba* S. WOOD ; *Solen marginatus* PENNANT ; *S. vagina* L. ; *Pandora inaequalis* L. ; *Corbula gibba* OLIVI ; *Dentalium vulgare* DA COSTA ; *D. novemcostatum* LK. ; *Patella athletica* BEAN ; *Trochus* (*Ziziphinus*) *Montagui* W. WOOD ; *Montagua Danmoniensis* ; *Gibbula tumida* L. ; *G. umbilicata* MTG. ; *Phasianella pulla* L. ; *Littorina obtusata* DESH. ; *L. rudis* MATON ; *L. rudis* MATON, var. ; *L. tenebrosa* MONTAGU ; *Lacuna divaricata* FABRICIUS ; *Rissoa parva* DA COSTA ; *R. Guerini* RÉCLUZ ; *Hydrobia ulvæ* PENNANT ; *H. subumbilicata* MONTAGU ; *Truncatella subcylindria* L. ; *Scalaria communis* LK. ; *Turbonilla pusilla* PHILIPPI ; *Natica Alderi* FORBES ; *N. intricata* DONOVAN ; *Bittium reticulatum* DA COSTA ; *Murex* (*Ocenebra*) *erinaceus* L. ; *Buccinum undatum* L. ; *Nassa reticulata* L. ; *N. incrassata* MÜLLER ; *Raphitoma attenuata* MONTAGU ; *R. nebula* MONTAGU ; *R. nebula* MONTAGU, var. ; *R. laevigata* PHILIPPI ; *Mangilia costata* PENNANT ; *Philine aperta* L. ; *Cylichnina* sp. ; *Helix* sp. ; *Hyalinia nitidula* DRAP. ; *Alexia myosotis* DRAP. ; *Cæcilianella acicula* MÜLLER.

B. Dans le gisement du Sableau près Chaillé-les-Marais (Vendée), j'ai trouvé :

Cerithiopsis tuberculatus MTG. ; *Trivia europæa* MTG. ; *Nassa incrassata* MÜLLER ; *Murex erinaceus* L. ; *Purpura lapillus* L. ; *Turritella communis* RISSO ; *Littorina obtusata* GMELIN ; *L. rudis* DONOVAN ; *Calliostoma Montagui* WOOD ; *Tellina* (*Macoma*) *baltica* L. ; *T. tenuis* DA COSTA ; *Mytilus galloprovincialis* LK. ; *Pholas candida* L.

C. Il y a une petite « île » surbaissée au Nord-Est de l'île-Delle (Vendée), formée uniquement de sable et graviers qui a été très exploitée comme ballastière par les chemins de fer et est aujourd'hui remplacée par un étang ; on y a trouvé des vertèbres de Cachalot ; j'ai pu y ramasser :

Dentalium novemcostatum LK. ; *Anomia ephippium* L. ; *Cardium edule* L. ; *Tapes decussatus* L. ; *Scrobicularia plana* DA COSTA.

Ce dernier Mollusque n'est pas là dans son gisement habituel, mais il a pu être rejeté par la mer ; de plus, les contours de cette « île » n'existent plus.

Dans le premier gisement seul, il y a 60 espèces, nombre déjà important. Toutes les espèces citées se retrouvent encore dans la

mer voisine ; tout au plus pourrait-on distinguer deux ou trois variétés un peu différentes ; il n'y a là aucun élément étranger. Les individus sont subfossiles, la coloration a disparu presque complètement.

Autres gisements. — Je pourrai citer de nombreux points où j'ai recueilli des espèces subfossiles dans les restes de cordons littoraux, plus ou moins mêlés à l'argile à Scrobiculaires. A la Fontaine-Royale, entre Rochefort et la mer : *Pectenvarius*, *Scrobicularia plana*, *Cardium edule*, *Anomya ephippium*, *Murex* sp.

Dans les marais de la Seudre : *Cardium edule*, *Scrobicularia plana*, *Tapes decussatus*, *Littorina*, etc.

Les Mathes, près Royan : *Cardium edule* en très grande quantité, *Littorina littorea*, etc.

Les marais de Maison-Fort à Boube, entre Royan et Saint-Georges-de-Didonne, montrent un cordon littoral fossilifère qui va vers Enlias.

Les terres de *mattes* du Médoc font voir, en de nombreux points, les coquilles habituelles : *Cardium edule*, *Scrobicularia plana*, *Ostrea edulis* ; par exemple entre Jau et Saint-Vivien ; à la base du cordon littoral de Richard, qui forme une petite dune de sable éolien élevée de 4 m. environ, etc.

Envasement actuel des anfractuosités du littoral. — Le comblement des anses du littoral se poursuit actuellement presque partout. Pendant l'époque historique, les anfractuosités de la côte, abritées des courants marins, avaient de *petits ports*, quelquefois même des grands, dont l'importance est allée décroissant pour diverses raisons, économiques et autres ; la principale est certainement le comblement par le dépôt des vases à Scrobiculaires. Mais quelquefois le travail de la nature a été aidé par les hommes, pendant les guerres, par des apports de pierre et de bois, comme à Brouage (1586) et à La Rochelle (1628). Rien que sur littoral du Centre-Ouest de la France, on peut citer de nombreux cas d'envasement : le Dain entre Bouin et le continent, le Havre de Baisse au Sud de Monts, Beauvoir-sur-Mer, la Gachère, Olonne, Port-Juré, Talmont de Vendée, Jard, la Tranche, Moricq, Marans, le Plomb, Port-Neuf de La Rochelle, Broue, etc., sans compter les ports des îles de Noirmoutiers, de Ré et d'Oleron.

Les *bouchots* facilitent aussi l'envasement du littoral ; ce sont des piliers avec des clayonnages installés sur la laisse qui découvre et sur lesquels on cultive les Moules. Le développement de ce dernier commerce amène l'extension progressive des bouchots ;

ceux-ci contribuent à arrêter la vase et cela augmente la rapidité de son dépôt ; je citerai les zones marines en face de Brouage ; au Nord de Fouras ; au Sud de l'Anse de l'Aiguillon, etc. C'est aussi l'accroissement des bouchots à l'embouchure du Lay qui facilite le dépôt de vase dans ce petit estuaire et amène les protestations des marins de l'Aiguillon-sur-Mer.

On peut consulter des anciennes cartes, souvent manuscrites, au ministère de la Guerre ou au Service hydrographique de la Marine, et se rendre compte des modifications récentes. Les seules sur lesquelles on puisse se baser sont celles de Clerville (1670), de Sainte-Colombe (1676), La Favolière (1677) et Masse (1688 à 1721) ; ces dernières sont réellement remarquables et importantes pour l'étude du littoral, de la Bretagne au Médoc.

Le dessin général de la côte n'a pas changé depuis l'époque historique, mais on constate l'existence de nombreuses modifications locales, qui tendent à la rectification du littoral, par disparition des criques, des golfes et des petits estuaires.

Du reste, aujourd'hui, au Château d'Oleron, aux Sables d'Olonne, à La Rochelle, etc., on ne peut conserver de chenal d'accès, vers les ports et les marais salants, que par des dragages répétés.

Ce phénomène est d'ailleurs général dans le Nord-Ouest de l'Europe. Je rappellerai seulement le Zwyn, l'ancien estuaire de Bruges, que j'ai visité pour établir des points de comparaison avec notre côte de l'Ouest, étude qui m'a été facilitée par les excellents travaux de M. Edouard Jonckheere¹. Cet estuaire allait autrefois de l'embouchure de l'Escaut méridional à l'Ecluse (Sluis), Damme et Bruges. Aujourd'hui tout est comblé ; il n'y a même plus d'étier de l'Ecluse à la mer, et la digue hollando-belge de 1872 a barré définitivement le Zwyn. Il ne reste qu'un canal de l'Ecluse à Damme et à Bruges, en relation, à partir de cette dernière ville, avec tout le réseau des canaux de Belgique. Le canal actuel de Bruges à Zeebrugge n'a pas suivi l'ancien Zwyn.

1. L'origine de la côte de Flandre et le Bateau de Bruges, in-8, avec atlas, Bruges, Léon de Haene, 1903. — La contrée de Knocke et du Zwyn au xvii^e siècle, notice avec grande carte. Brochure in-8, Bruges, chez Louis de Plancke, 1912.

LES FORMATIONS BRÉCHIQUES
 ENTRE LES VILLAGES DE SALLES ET DE SÈRE-ARGELÈS
 ET AU NORD DU VILLAGE DE BOÛ (HTES-PYRÉNÉES)
 ÉTUDE LITHOLOGIQUE
 PAR Jacques de Lapparent¹.

PLANCHES I ET II.

SOMMAIRE. — *Les brèches de Salles et de Sère.* — Étude des matériaux de la brèche de Salles : 1, Les calcaires ; 2, Les calcaires dolomitiques et les dolomies. Les schistes micacés ; 3, Le ciment de la brèche ; 4, De quelques autres matériaux de la brèche. — *Calcaires à Rosalines et Calcaires à Lagenas de Salles et de Sère.* — *Les formations bréchiques au Nord de Boû-Silhen* : 1, Les bancs et les amandes de calcaires bréchiques ; 2, Calcaires rubanés. — *Récapitulation des entités lithologiques observées dans le complexe des brèches de Salles et de Boû. Leurs relations mutuelles.* — Les formations bréchiques de Salles et de Boû comparées aux brèches du Crétacé supérieur basque et aux roches qui leur sont associées. Hypothèse sur l'origine des brèches.

Parmi toutes les formations sédimentaires qu'on rencontre dans les Pyrénées, il n'en est pas de plus impressionnantes que les brèches. Certaines d'entre elles, qui sont merveilleusement développées dans les sédiments du Crétacé supérieur du pays basque, se prêtaient bien à une étude détaillée. J'ai pu récemment entreprendre cette étude ; mais il m'a semblé qu'il pouvait être intéressant de comparer ces formations à d'autres formations analogues, et c'est précisément le but que je me propose ici en étudiant au point de vue lithologique un complexe de brèches bien développé dans la région des Hautes-Pyrénées et que je dois à M. H. Douvillé d'avoir pu connaître².

LES BRÈCHES DE SALLES ET DE SÈRE

Entre les villages de Salles et de Sère au Nord d'Argelès, M. H. Douvillé a découvert l'existence d'un complexe de brèches qui n'avait encore été signalé par aucun géologue. L'une de celles-ci avait été cependant jadis exploitée en carrière. C'est à cette carrière même, située aux flancs d'une butte, à mi-distance de Salles et de Sère, que je prendrai le type qui va nous servir à déterminer l'entité lithologique constituée par la brèche de Salles.

1. Note présentée à la séance du 16 juin 1919.

2. H. DOUVILLÉ. La brèche de Salles et de Sère-Argelès. *C. R. Ac. Sc.*, 4 novembre 1918.

La roche est nettement interstratifiée dans des terrains schisteux. Elle est composée, d'une part, de matériaux de teinte claire : morceaux de calcaires blancs ou gris, de calcaires rosés, morceaux de roches carbonatées verdâtres ou de couleur nankin et de schistes micacés tendres, ou durs et alors quartziteux, verdâtres, et dont les éléments, micas verts ou micas blancs, en lamelles isolées ou en paquet, se dispersent eux-mêmes dans la brèche ; et d'autre part, de morceaux d'une dolomie noire.

Ces fragments de roches dont la plus grande dimension n'excède pas une quinzaine de centimètres sont associés en morceaux de tailles comparables : il est donc des points où la brèche est formée de gros éléments, d'autres où elle est formée de petits éléments, mais je n'ai pu saisir aucun ordre dans la répartition des uns et des autres.

Examinons de plus près l'un des échantillons de cette brèche et choisissant un morceau constitué par des matériaux de petit volume, attaquons-le superficiellement à l'aide d'un acide faible très étendu ; nous verrons que l'attaque a été profonde sur certains éléments, faible ou nulle sur d'autres.

Les parties profondément attaquées sont constituées par du carbonate de chaux, et nous verrons avec une forte loupe que les parties faiblement attaquées sont des dolomies fines ou largement cristallines et des calcaires dolomitiques. Naturellement les schistes et quartzites micacés, les micas isolés ne seront pas attaqués, mais il nous apparaîtra de plus que les calcaires sont parfois chargés d'une grande quantité de grains de quartz.

Les schistes et quartzites micacés, les calcaires, les calcaires dolomitiques et les dolomies forment des morceaux anguleux. Ils sont joints par un calcaire chargé d'éléments détritiques qui sont précisément empruntés aux schistes et quartzites micacés, et ce calcaire qui forme ciment de la brèche est lui-même identique à certains des matériaux de celle-ci.

Ce premier examen nous conduit donc à étudier successivement dans la brèche : les morceaux qui donnent à la roche sa nature bréchique et le ciment qui les joint.

ÉTUDE DES MATÉRIAUX DE LA BRÈCHE DE SALLES. — 1. *Les calcaires.*
— A. Les uns sont blancs, un peu jaunâtres par place, de grain très homogène, très tendres. C'est dans un fragment identique à l'un d'eux que M. H. Douvillé a trouvé une *Caprina*, *Caprina adversa*, qui caractérise le Cénomaniens. Ils apparaissent au microscope comme formés d'un agrégat finement cristallin de petits cristaux de calcite sans contours définis. Parfois on observe une

masse de calcite plus largement cristallisée qu'il n'est pas rare de voir pénétrée de calcite grenue, et l'apparence est telle qu'il semble que l'on ait affaire à un débris de test de Mollusque attaqué par des *Girvanelles*. La roche est d'ailleurs complètement cristallisée et toute trace de microstructure organique a disparu.

B. D'autres calcaires sont encore blancs mais un peu grisâtres.

Ce sont des calcaires en grains et dont les grains formés eux-mêmes d'une masse de très petits granules sont cimentés par de la calcite largement cristalline. On y trouve des débris de test de Mollusques, de plaques d'Échinides ou d'articles de Crinoides constamment attaqués par les *Girvanelles*, des Foraminifères à test granuleux, en particulier des Textilaires, et des Orbitolines. A ces éléments d'origine organique sont associés des matériaux détritiques qui sont principalement des grains de quartz et des lamelles de mica verdâtre.

Ici encore la cristallisation du calcaire est fort avancée et tend à masquer la fine microstructure des éléments organiques : les lames cloisonnaires des Orbitolines sont maintenant formées d'un agrégat de petits rhomboèdres de calcite dont les faces sont le plus souvent courbes ; les grains de quartz, qui, s'incorporant comme on sait aux lames cloisonnaires forment le squelette sableux des Orbitolines, ont été nourris par une venue de silice et englobent à leur périphérie les petits rhomboèdres dont il vient d'être question (Pl. I, fig. 1). Mais ce n'est pas seulement dans les Orbitolines que l'on constate cet apport de silice : dans toute partie granuleuse il n'est pas rare de voir un grain de quartz ayant en inclusions les fins granules de calcite dont est constitué le calcaire granuleux, et cette occurrence permet de bien observer le faciès des granules : on voit que chacun d'eux est formé d'un individu de calcite sans contours vifs, généralement un peu allongé comme serait la combinaison d'un prisme et d'un rhomboèdre.

C. D'autres morceaux des calcaires de la brèche sont roses ou gris rougeâtre. Ils sont généralement chargés d'une grande quantité de grains de quartz et mouchetés d'hématite rouge.

Il s'agit encore d'un calcaire en grains, dont les grains, faits comme ceux du précédent de petits granules de calcite agglomérés, sont cimentés par une calcite plus largement cristalline. Quelques masses de calcite pénétrées de calcaire granuleux paraissent être encore des débris de test de Mollusque attaqués par des *Girvanelles* puis métamorphosés ; mais la caractéristique de la roche réside dans l'abondance des Miliolidées. Le test de ces Foraminifères est complètement transformé en oxyde de fer non

hydraté et c'est ce fait qui est la cause des mouchetures rouges de la roche. Des débris de Crinoïdes sont également partiellement transformés en hématite.

On voit encore des Orbitolines dans ce calcaire. J'ajouterai que comme précédemment les grains clastiques de quartz sont nourris par une venue de silice et que cette silice même s'individualise sous forme de cristaux isolés ayant emprisonné les petits granules du calcaire. Enfin il y a dans cette roche quantité de lamelles de mica verdâtre.

2. *Les calcaires dolomitiques et les dolomies. Les schistes micacés.* — Les trois calcaires A, B et C s'attaquent parfaitement à l'acide chlorhydrique très étendu ; ils ne sont point dolomitiques. C'est au contraire le cas des matériaux que nous allons étudier maintenant.

D. Des morceaux verdâtres à cassure esquilleuse, à contours anguleux vifs, sont faits d'une dolomie très fine composée d'un agrégat de petits cristaux de carbonate magnésien et calcique et probablement aussi un peu ferrifère. Ils contiennent quelques lamelles de mica verdâtre. Quand ils s'altèrent ils prennent superficiellement une couleur chamois. Ils passent ainsi à des morceaux de couleur nankin.

E. Ceux-ci sont encore faits de dolomie ou d'ankérite. Les cristaux sont plus gros que les précédents. En lame mince, ils apparaissent teintés de jaune et l'on saisit le plus souvent très bien leur contour rhomboédrique.

Ces dolomies jaunâtres sont un des matériaux de la brèche les plus caractéristiques parce que les morceaux en sont abondants et que par leur couleur ils tranchent nettement sur les calcaires plus ou moins blancs.

F. D'autres morceaux blancs mouchetés de noir sont des calcaires dolomitiques. La dolomie est noire ou grise et dans ses rapports avec le calcaire elle se présente d'une façon particulièrement intéressante et qui mérite d'être étudiée en détail.

Le calcaire est formé de masses ovoïdes granuleuses représentant le plus souvent un ensemble de grains ou si l'on veut de fausses oolithes bien individualisées mais qui fréquemment passent l'une à l'autre de telle sorte que les intervalles ont en section l'aspect de traînées.

Ces intervalles sont faits de carbonate de chaux largement cristallisé et de dolomie. Si l'on examine en lame mince les rapports de la dolomie, du carbonate de chaux largement cristallisé et des grains de calcaire granuleux on voit que la dolomie a véritablement pris naissance dans les intervalles des grains : ses

cristaux se sont développés à partir des intervalles et ils ont *mordu* les grains en suivant d'une façon générale le contour de ceux-ci et emprisonnant des granules du calcaire qui les constituait (Pl. I, fig. 2 et 3). Il ne s'agit donc pas en réalité d'un cristal unique mais d'un groupe de cristaux de même orientation dont les inclusions de granules de calcaire mêlées aux traces d'une matière organique brunâtre soulignent en lames minces le contour. Deux ou plusieurs groupes de cristaux peuvent se rencontrer : un grain de calcaire granuleux pourra donc être emprisonné par les cristaux de dolomie qui le mordent sur toute sa périphérie ; l'effet produit en lame mince sera celui d'un grain dont le contour formé de dolomie est souligné de brun.

Il y a eu véritablement *dolomitisation* d'un calcaire granuleux ; dolomitisation qui a suivi la prise en *grains* ou *fausses oolithes* de ce calcaire formé lui-même de petits granules.

Il est intéressant de constater la fréquente augmentation de volume des cristaux de dolomie à leur contact avec l'un des grains ; elle se traduit en lame mince par un décrochement, vers l'extérieur, du contour du cristal dans la portion de celui-ci située dans le grain. On voit très bien au microscope que l'augmentation du volume de ces cristaux est due aux inclusions des granules de calcaire qu'ils contiennent dans toute la partie où ils mordent le grain.

Dans ce calcaire la dolomitisation ne va pas plus avant que le contour des grains du calcaire granuleux.

G. Des dolomies noires ou gris noirâtres, en masses largement cristallines sont un des matériaux les plus importants de la brèche car elles tranchent par leur couleur foncée sur les calcaires blancs ou de couleur claire. A première vue, elles paraissent constituées d'un enchevêtrement de rhomboèdres de dolomie, mais l'examen en lame mince révèle des particularités intéressantes.

A ce mode d'observation on voit que la masse de la dolomie était précisément constituée de grains ou fausses oolithes d'un calcaire que la dolomie a complètement absorbé en pénétrant dans leur masse à partir de l'intervalle des grains. C'est en d'autres termes un calcaire dolomitique tel que celui qui vient d'être décrit (F), mais dans lequel la dolomitisation est aussi complète que possible.

Le pourtour des anciens grains est souligné par une ligne d'inclusions de matières brunâtres. La recristallisation de la roche peut cependant être assez avancée pour que par place la forme des grains disparaisse : les inclusions s'orientent alors dans les

rhomboèdres de dolomie et en font des cristaux zonés. En certains points, du carbonate de chaux a largement cristallisé, en d'autres points, le calcaire granuleux est conservé et dans ce cas on peut observer qu'il est toujours situé dans la partie centrale d'un grain, marquant ainsi que la dolomitisation s'est bien faite de l'intervalle des grains vers le centre de ceux-ci.

Dans la brèche ces dolomies et calcaires dolomitiques peuvent être réduits à la taille d'un groupe de cristaux de même orientation. Ce groupe de cristaux est limité par les surfaces concaves qui marquent le contour des anciens grains sur lesquels il a mordu et qui sont soulignées par les inclusions brunâtres. Le fait de la dolomitisation des calcaires à partir de l'intervalle des grains apparaît donc avec évidence même dans le cas où l'observation est réduite à se porter sur un seul individu cristallin.

Toutes les particularités que je viens de signaler (F et G) n'ont évidemment pas de rapport direct avec la question de formation de la brèche : elles étaient pour le lithologiste spécialement intéressantes et c'est pourquoi j'en ai parlé ; elles rendent bien tentante l'étude sur place des roches dont ces matériaux sont les débris dans la brèche.

3. *Le ciment de la brèche.* — Tous les matériaux qui viennent d'être décrits sont situés côte à côte et leurs intervalles sont souvent fort peu de chose que remplit un calcaire chargé de matériaux détritiques tels que quartz et mica. Ce calcaire est en tout semblable à celui que nous avons décrit en B et au lieu de parler de ce dernier comme de l'un des éléments hétérogènes de la brèche nous eussions pu tout aussi bien le considérer comme un ciment dans la masse duquel baigneraient les autres matériaux, qui par place se serait consolidé et dont les morceaux auraient ainsi pris leur individualité, et qui en d'autres places se serait chargé de matériaux détritiques avant sa consolidation.

Cette notion, que nous avons déjà développée ailleurs¹ d'un calcaire formant dans une brèche un des matériaux de celle-ci et contemporain de la pâte qui lie les autres matériaux se révèle encore ici à nous avec une éclatante évidence.

Il est impossible de déterminer avec précision les Orbitolines de ce calcaire de sorte que nous ne pouvons pas dire si elles sont contemporaines du calcaire lui-même ou si elles sont dans ce calcaire des fossiles remaniés.

Mais si le calcaire B est bien le même que le calcaire qui fait ciment de la brèche nous pouvons affirmer qu'il est au moins

1. Étude lithologique des Terrains crétaçés de la région d'Hendaye. *Mém. pour servir à l'expl. de la C. géol. dél. de la Fr.* Paris, 1919.

d'âge cénomanien puisqu'il y a dans la brèche des fossiles tels que *Caprina adversa*.

A priori nous ne pourrions rien dire de l'âge de la formation d'où proviennent les morceaux de calcaires à Miliolidées, tels que G. Ces morceaux contiennent des Orbitolines dont nous ne savons pas déterminer l'âge et ils sont eux-mêmes bréchiques car ils contiennent dans leur masse des débris de la dolomie G. On pourrait croire qu'ils sont eux aussi contemporains de la formation bréchique, mais il est plus vraisemblable d'admettre qu'ils viennent des calcaires aptiens que supportent les formations dolomitiques du Jurassique moyen situées au Nord de la brèche ; il est évident que dans ce cas le phénomène qui a donné naissance aux brèches se serait déjà produit dès l'époque du dépôt des calcaires aptiens.

Les dolomies noires G, dont nous avons parlé, ont précisé-ment leurs équivalents dans le Jurassique moyen dont sont en partie formées les montagnes qui dominent la brèche au Nord ; elles seraient donc d'âge bajocien. Il faudrait, étant donné le passage des unes aux autres, rapporter à une formation de même âge les calcaires dolomitiques en grains. Quant aux dolomies de couleur nankin on les connaît à proximité de la brèche bien près d'un affleurement d'ophite et ce fait amène à les considérer comme triasiques. J'ignore l'âge des grès et schistes micacés.

4. *De quelques autres matériaux de la brèche.* — Les roches que nous avons décrites et qui par leur fragmentation ont donné à la formation étudiée sa nature de brèche sont essentiellement constitutives de celle-ci, mais on trouve aussi par place dans la brèche quelques autres matériaux.

Certains d'entre eux sont des masses d'un spath calcaire rouge ou jaune, très largement cristallin : on les trouve dans les parties de la brèche qui sont le plus riches en éléments micacés et qui contiennent le moins de calcaires proprement dits.

D'autres sont des morceaux de calcaires qui ont eux-mêmes une fausse apparence de brèche. Ils sont finement grenus et leurs éléments, petits cristaux de carbonate de chaux, se moulent les uns sur les autres ; une imprégnation d'oxyde ferrique rouge qui, pénétrant inégalement le calcaire, en isole de petites masses dont la couleur restée blanche, donne à la roche son apparence bréchique. Je n'y ai pas rencontré de traces d'organismes qui permettent d'en préciser l'âge et je ne connais pas de formation géologique d'où l'on puisse dire avec certitude qu'elle provient.

Dans cette carrière de la butte de Salles où nous avons choisi les échantillons qui viennent de nous servir à déterminer le type

péetrographique de cette brèche, la formation bréchique atteint une puissance de 4 à 5 mètres. Voyons à quelles autres entités lithologiques elle confine.

CALCAIRES BRÉCHIQUES A ROSALINES ET CALCAIRES A LAGENAS.

La brèche qui vient d'être étudiée formait au milieu des schistes où elle est interstratifiée un élément de résistance à l'érosion ; elle a donc contribué à donner à la butte de Salles son individualité géographique. C'est elle qui forme le sommet de la butte.

Si, partant de la carrière de la butte, on se dirige vers le village de Salles, on rencontrera tout d'abord à proximité du toit de la brèche une nouvelle couche bréchique interstratifiée dont les caractères sont les mêmes que ceux de la précédente brèche, à cela près que les matériaux calcaires qui la constituent prennent une teinte foncée et sont gris au lieu d'être blancs. Cette couche bréchique est de faible puissance : elle n'excède pas l'épaisseur de 80 centimètres.

Au toit de cette couche même on trouve encore des schistes puis un calcaire noir assez dur à l'examen duquel nous allons maintenant nous arrêter.

Il s'agit d'un banc de calcaire de 60 centimètres de puissance environ dont la base, c'est-à-dire le mur, est constitué par une couche bréchique schisteuse qui forme un mince revêtement de la partie inférieure du banc.

Ce mince revêtement doit sa nature bréchique aux nombreux petits fragments de dolomie noire, de dolomie nankin et de grès micacés qu'il contient.

Ces matériaux ont toutes les particularités que nous avons déjà signalées dans l'étude de la précédente brèche : ils sont de très petits morceaux des mêmes roches qui formaient dans la brèche les matériaux anciens. Ils sont associés à des grains de quartz, à des débris de test de Mollusques à texture lamellaire, à des débris d'Échinides, de Crinoïdes et de Bryozoaires, à des morceaux de test d'Inocérames. Ces éléments sont pris dans une pâte formée de grains de calcaire granuleux baignant dans une calcite largement cristalline.

Mais ce n'est pas tout : on peut observer encore dans ce complexe une grande quantité de Foraminifères. Ce sont des Foraminifères à test hyalin représentés par des Lagenas, des Globigérines à loges bulleuses et par *Rosalina Linnei* D'ORB. (Pl. I, fig. 4).

Les loges des Rosalines sont remplies de ce mélange de silice et de carbonate de chaux que j'ai déjà eu l'occasion de signaler dans les calcaires du Crétacé basque et d'ailleurs cette roche ne diffère pas quant au point de vue de la structure de ces calcaires mêmes ; elle en est tout à fait l'équivalent.

On peut observer que le travail des Algues du groupe de *Girvanella* sur les débris de test de Mollusques à texture lamellaire et les débris de Crinoïdes est fort avancé : à leur dépens s'est élaboré du calcaire granuleux.

D'autre part des cristaux d'albite et de quartz de néoformation se sont produits en très grande quantité partout où il y a calcaire granuleux, c'est-à-dire à la périphérie des tests de Mollusques attaqués par les Girvanelles, dans les articles de Crinoïdes, mais principalement dans les grains faits eux-mêmes de granules calcaires, et ceux-ci sont dans la roche particulièrement abondants.

Les granules de calcaire pris dans les cristaux du quartz lors de sa cristallisation font de ceux-ci des cristaux zonés. Les cristaux d'albite ont également emprisonné des granules, mais ces derniers ont fréquemment recristallisé, si bien qu'une petite masse de calcite se tient au centre du cristal d'albite, limitée par la surface d'un cristal négatif de ce feldspath.

Les cristaux d'albite de néoformation sont fréquemment maclés suivant les lois de l'albite et de Carlsbad. Ils sont très petits : les plus gros dépassent à peine un dixième de millimètre. Ils appartiennent à deux types : les uns sont aplatis suivant g^1 , les autres sont allongés parallèlement à pg^1 et aplatis d'une façon générale suivant p , ils sont amincis aux extrémités vers m .

Ce calcaire bréchiqne à Rosalines n'occupe à la base du banc calcaire étudié qu'une très petite place ; la masse principale du banc est constituée par un calcaire noir assez dur.

Examiné en plaques minces, au microscope, on voit que le calcaire de ce banc est essentiellement composé de coquilles de Foraminifères à test hyalin parmi lesquels on peut reconnaître de petites Rosalines, quelques autres Rotalidées, des Textilaires et des Lagenas, d'une très grande quantité de prismes d'Inocérames isolés et de gros spicules d'Éponges généralement calcifiés. La pâte est formée d'un mélange de calcite cristalline et de calcaire granuleux.

On voit dans l'intérieur des loges des Foraminifères cette calcédoine cryptocristalline chargée de petits rhomboèdres de carbonate de chaux si caractéristique des roches du Crétacé basque et que nous venons de revoir dans les Rosalines du calcaire bréchiqne inférieur. Cette roche est d'ailleurs tout à fait analogue

aux calcaires à Lagenas qui dans les terrains du Flysch créacé de la région d'Hendaye surmontent les calcaires à Rosalines correspondant au type que je viens de décrire. L'analyse micrographique de la roche est seulement ici un peu plus difficile à faire car la recristallisation de tous les éléments est intense et il faut quelque habitude de ce genre de formation pour ne pas laisser échapper la présence de certains organismes. Par exemple on ne reconnaîtra les prismes d'Inocérames qu'à leurs inclusions, seul vestige de leur forme dans la masse de calcite qui les a nourris.

Outre les éléments d'origine organique on trouvera dans cette roche de très petits débris de matériaux détritiques de même volume que les organismes et qui sont principalement des grains de quartz et des paillettes de mica.

Comme le calcaire à *Rosalines* sous-jacent ce calcaire à *Lagenas* contient des cristaux de feldspaths de néoformation, toutefois en moins grande quantité. Il s'agit toujours de cristaux d'albite des deux types indiqués, ayant emprisonné en cristallisant des granules de calcaire.

L'observation micrographique ne permet pas de pousser plus loin notre examen ; mais si nous soumettons un morceau de ce calcaire à l'attaque d'un acide faible nous verrons qu'après la dissolution complète du carbonate de chaux il subsiste une trame cohérente de silice qui était invisible en lames minces et qui pénétrait la matière de la roche suivant des zones parallèles à la stratification du banc.

Un tel fait nous est apparu avec une ampleur particulière dans les calcaires à Lagenas qui forment la plus grande partie des *dalles rubanées* des terrains créacés du pays basque, et c'est encore une raison pour nous de rapprocher la roche étudiée en ce moment de ces curieuses et intéressantes entités lithologiques toujours associées à des formations bréchiques.

On retrouve encore une brèche identique à celle de la carrière de la butte sous les premières maisons du village de Salles. Elle est la dernière des formations bréchiques au Nord.

Au Sud de la butte de Salles, au village de Sère, les formations bréchiques prennent un aspect particulier : elles sont noires et très schisteuses et ont l'apparence de schistes porphyroïdes ; elles contiennent encore des matériaux dolomitiques, dolomie noire, grise, ou dolomie nankin, et ces matériaux baignent dans un calcaire schisteux. Nous n'en prendrons pas là le type ; nous irons le chercher sur l'autre versant de la vallée d'Argelès où l'on revoit exactement dans le même alignement des formations bréchiques identiques et où il est plus facile d'en recueillir des

échantillons frais. C'est près du village de Boô qu'on peut observer leur gisement.

LES FORMATIONS BRÉCHIQUES AU NORD DE BOÔ-SILHEN.

Elles sont depuis longtemps connues et furent visitées par la Société Géologique de France lors de la réunion extraordinaire qu'elle tint dans les Pyrénées occidentales en 1906.

Dans le compte rendu des excursions de la Société M. Bresson en a donné une coupe et une rapide description. Il marque que leurs éléments sont empruntés aux dolomies et aux calcaires jurassiques et infracrétacés et qu'ils sont cimentés par une pâte calcaire gris clair. Elles alternent avec des schistes ardoisiers terreux qui font effervescence aux acides.

Nous allons de notre côté nous préoccuper de fixer la nature des entités lithologiques qui représentent cette formation.

1. *Les bancs et les amandes de calcaires bréchiques.* — Il s'agit de bancs dont la faible puissance peut être réduite à un décimètre et d'amandes qui tout au contraire peuvent atteindre des dimensions considérables ayant parfois 2 ou 3 mètres de petit diamètre. La dimension des matériaux qui donnent aux uns et aux autres leur nature bréchique varie comme leur puissance.

Étudions l'un des bancs. La présence des matériaux hétérogènes frappe tout d'abord (Pl. II). Ce sont uniquement des fragments de dolomie noire et de fines dolomies qui par altération prennent la couleur nankin. Des unes et des autres nous n'avons rien de plus à dire que ce que nous avons dit déjà des matériaux de nature identique qu'on voit dans les formations bréchiques de Salles ; mais le complexe dans lequel baignent ces matériaux va nous arrêter quelques instants.

Il est formé de lentilles étirées et effilées faites de calcaires de différentes natures. Les unes sont des calcaires durs siliceux qui se déterminent lithologiquement comme *calcaires à Lagenas et à spicules* et qui contiennent fréquemment des traînées d'inclusions pyriteuses. D'autres sont des calcaires un peu siliceux et chargés d'une grande quantité de petits rhomboèdres de dolomie. D'autres enfin sont des calcaires recristallisés où l'on reconnaît des débris de Crinoïdes et d'Échinides et des Bryozoaires. Ces trois types de calcaires semblent s'effiler l'un dans l'autre, ils passent l'un à l'autre et se mélangent. En lames minces ils font figure de traînées et on les distingue bien les uns des autres grâce à la demi-opacité des calcaires les plus siliceux. Dans la roche altérée ces dernières sont gris tandis que les calcaires les plus purs restent noirs.

On voit dans les traînées dont la composition minéralogique est intermédiaire entre celle des calcaires siliceux et celle des calcaires les plus purs quelques Foraminifères à test hyalin tels que des Globigérines et quelques individus de Foraminifères à test granuleux ; on voit aussi parfois des prismes d'Inocérames.

Quand il s'agit des amandes bréchiques la dimension des matériaux est beaucoup plus considérable. Ce sont toutefois les dolomies noires qui sont du plus gros volume : on peut en observer dont les blocs atteignent 2 ou 3 mètres cubes. Quant aux dolomies fines qui par altération prennent la couleur nankin je n'ai pas souvenir d'en avoir vu qui dépassent la taille du poing.

Quant aux calcaires qui dans les bancs dont le type vient d'être décrit avait la forme de lentilles étirées, donnant ainsi à la roche une sorte de texture fluidale, ils sont ici constitués par les masses qui moulent les morceaux des dolomies de sorte que la brèche est massive comme l'était la brèche de la butte de Salles, ayant toutefois des matériaux de dimensions plus réduites.

Les rhomboèdres de dolomie qu'on voit dans les lentilles de calcaires que j'ai citées plus haut sont petits ; ils ne paraissent pas provenir de la grande dolomie noire mais plutôt d'une dolomie voisine de la dolomie nankin : certains échantillons de celle-ci sont effectivement peu cohérents et pourraient être considérés comme un sable dolomitique dont les éléments sont à peine agglutinés et l'on conçoit qu'ils aient pu facilement se séparer quand ils furent entraînés dans la brèche.

On trouve encore dans ces roches de petits cristaux d'albite et de quartz de néoformation. Fait intéressant, ils sont situés dans la dolomie nankin et dans les parties restées granuleuses et calcaires de la dolomie noire. Si dans la roche bréchique même il y a quelques grains de calcaire granuleux c'est précisément encore là que ces cristaux se sont produits.

Ces bancs ou ces amandes forment dans les schistes où ils sont interstratifiés des roches dures ; ils font saillie dans les schistes. D'un autre côté certaines de ces brèches sont schisteuses, c'est-à-dire qu'elles se chargent d'une grande quantité des matériaux détritiques du schiste lui-même ; elles *passent* au schiste et ce dernier prend l'aspect d'une roche porphyroïde. Le schiste lui-même parfois presque uniquement micacé se charge de calcaire et *passé* à un calcaire schisteux non bréchique qui devenant de moins en moins schisteux forme une masse de petits bancs calcaires d'allure généralement rubanée ; nous allons les examiner.

2. *Calcaires rubanés.* — Ils sont caractérisés par la présence de lames siliceuses actuellement en quartz mais qui sont d'anciens

silex et qui dans un banc sont parfois violemment contournées.

Le calcaire même de chaque banc est complètement recristallisé : on y reconnaît cependant des prismes d'Inocérames, des spicules d'Éponges le plus souvent calcifiés et l'on y voit des traces de Foraminifères à test hyalin maintenant indéterminables.

Le ruban siliceux est formé d'un agrégat quartzeux contenant une très grande quantité de grains rhomboédriques de carbonate de chaux. Le centre du banc est fait d'une zone plus riche en petits grains calcaires et l'on y voit les traces de spicules d'Éponges quartzifiées mais dont le canal axial est rempli de petits granules calcaires.

La masse du calcaire située en dehors de la bande siliceuse proprement dite est d'ailleurs elle-même siliceuse tout comme l'était le banc de calcaire à Lagenas de Salles que nous avons décrit plus haut et qu'il y a lieu de rapprocher des bancs de calcaires étudiés en ce moment. Ces derniers sont cependant beaucoup plus siliceux et cela ne nous étonne pas puisqu'ils contiennent d'anciens rubans de silex ; ce sont essentiellement d'ailleurs des *calcaires à spicules*. Mais de même que le banc de calcaire à Lagenas de Salles était bréchique à sa base, ainsi en est-il de certains bancs de ces calcaires qui s'appuient sur des calcaires schisteux bréchiques et font corps avec eux.

RÉCAPITULATION DES ENTITÉS LITHOLOGIQUES

OBSERVÉES DANS LE COMPLEXE DES BRÈCHES DE SALLES ET DE BOÛ.
LEURS RELATIONS MUTUELLES.

L'examen des échantillons pris dans le complexe bréchique étudié nous a conduit à différencier quelques types de roches qui sont autant d'entités lithologiques variées.

A la butte et au village de Salles nous avons déterminé des *brèches massives* de teinte générale claire et qui nous sont apparues comme composées d'une part de matériaux anciens tels que grande dolomie noire, fine dolomie jaunâtre, grès et schistes micacés, calcaires à Miliolidées, et d'autre part de matériaux contemporains de la formation bréchique elle-même et qui sont des *calcaires à Caprines* et des *calcaires en grains*, ces deux calcaires pouvant être considérés soit comme matériaux entraînés dans le complexe bréchique soit comme ciment même de la brèche dans lequel baigneraient les matériaux anciens.

En dehors du gisement de Salles les formations bréchiques sont de teinte foncée ; elles sont même noirâtres. Elles contiennent à quelques éléments près les mêmes matériaux anciens.

Certaines d'entre elles sont dures et constituent parfois encore des brèches massives, mais elles ont généralement ce caractère d'être un peu schisteuses. Elles mettent en évidence une fluidité primitive qui se manifeste dans le glissement des lentilles de calcaire siliceux (Pl. II) entre les morceaux des dolomies. Des unes franchement schisteuses nous ferons des *brèches schisteuses*, des autres qui se présentent en bancs ou en amandes dures dans les schistes ou les calcaires nous ferons des *brèches à texture fluidale*.

A ces brèches proprement dites sont associés à Salles ou à Boô des *calcaires bréchiqnes à Rosalines*, des *calcaires à Lagenas* et des *calcaires à spicules* chargés souvent de rubans de silice.

Quand les roches bréchiqnes schisteuses sont associées aux calcaires à Lagenas et aux calcaires à spicules elles le sont de telle façon que c'est toujours au mur de ceux-ci qu'on les trouve, mais elles ne leur sont pas constamment associées ; l'une de ces roches n'appelle pas nécessairement l'autre.

On peut se représenter l'ensemble de la formation qui contient les roches bréchiqnes de la façon suivante : « Des schistes et des calcaires en bancs interstratifiés et souvent intimement mélangés et qui produisent alors quand ils s'altèrent les schistes ardoisiers terreux indiqués par M. Bresson ¹ comme faisant effervescence avec les acides et, dans cet ensemble, des brèches qui viennent troubler la sédimentation quasi normale qui produisait les calcaires et les schistes. »

Mais le problème de l'origine des brèches vient alors tout naturellement à se poser et nous sommes en droit de nous demander quelle est la cause de ce trouble de la sédimentation.

La formation bréchiqne, quelle qu'en soit la cause, contient toujours des fragments de dolomie noire, le fait est constant ; or on sait que cette dolomie noire existe en place dans le Jurassique moyen des montagnes situées au Nord de la brèche et l'on sait aussi qu'à l'époque crétacée, quand se formaient les brèches, la terre ferme était au Sud vers la région d'Argelès et de Luz et que la mer, transgressive, l'envahissait. C'est donc vers la pleine mer qu'il nous faut chercher à l'époque où se formaient les brèches le lieu d'origine du principal de leurs matériaux. C'est un premier point qu'il nous faut marquer.

D'autre part, si des calcaires viennent à s'associer intimement aux formations bréchiqnes, ce sont des calcaires à Rosalines, des calcaires à Lagenas et des calcaires à spicules, d'une façon géné-

1. Réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans les Pyrénées occidentales, *B.S.G.F.*, (4), VI, p. 777-884.

rale des calcaires riches en Foraminifères à test hyalin qui sont des êtres du plankton de l'époque ou riches en débris d'Éponges qui sont des organismes du large. Venant avec la brèche, ces matériaux ont même direction originelle que celle-ci et nous savons qu'ils viennent de la haute mer. C'est le second point que nous marquons.

Cette idée que nous devons chercher vers la haute mer l'origine des formations bréchiqes s'impose donc ici à nous, comme elle s'était imposée déjà dans l'étude que nous avons faite récemment des brèches du Crétacé supérieur de la région d'Hendaye. Comparons donc les uns aux autres.

LES FORMATIONS BRÉCHIQUES DE SALLES ET DE BOÛ COMPARÉES AUX BRÈCHES DU CRÉTACÉ SUPÉRIEUR BASQUE ET AUX ROCHES QUI LEUR SONT ASSOCIÉES. HYPOTHÈSE SUR L'ORIGINE DES BRÈCHES. — Rappelons que dans le Crétacé basque des brèches se trouvent aux deux premières époques de la sédimentation du Flysch, mais que à l'une et à l'autre de ces époques elles se présentent sous des faciès différents.

A la première époque, elles sont liées à des dalles rubanées (calcaire bréchiqie à Rosalines, calcaire à Lagenas, calcaire à spicules) puissantes, l'étant elles-mêmes relativement peu ; tandis qu'à la seconde époque elles forment des masses considérables mais associées à des dalles rubanées de faible développement et fréquemment réduites à un calcaire à Rosalines.

Cependant à l'une et à l'autre époque l'association de la brèche et d'une dalle rubané, épaisse ou non, est de règle ; la brèche repose sur un lit de schistes argileux et est surmontée par la dalle rubanée ; l'allure en quelque sorte *rythmique* du complexe « brèche et dalle » est constante.

A Salles et à Boô il n'en est pas de même. Quand les brèches ou les formations bréchiqes sont associées aux calcaires à Rosalines, aux calcaires à Lagenas et aux calcaires à spicules, elles le sont bien de la même façon que les entités correspondantes dans le Crétacé basque, mais une formation bréchiqie n'est pas nécessairement associée à l'un des trois calcaires, à Rosalines, à Lagenas, à spicules. En d'autres termes il n'y a pas à Salles et à Boô la régularité du développement de la sédimentation que nous avons observée dans les terrains crétacés d'Hendaye.

Cependant chacune des entités lithologiques que nous avons définie à Salles et à Boô correspond bien à une entité de même nature à Hendaye. Il y a en particulier une analogie très étroite entre les calcaires à rubans siliceux, « les dalles rubanées » des

deux gisements et nous retrouvons dans l'un et dans l'autre la particularité singulière des contournements de ces rubans siliceux. La plus grande différence d'ordre lithologique qui soit entre les entités des deux formations résulte de l'état de métamorphisme avancé où se trouvent les roches de Salles et de Boô : la recristallisation du calcaire y rend difficile le diagnostic des organismes. Beaucoup des parties qui dans les roches du Crétacé basque étaient calcédonieuses se sont à Salles et à Boô transformées en quartz, mais les rapports de la silice et du calcaire restent les mêmes ; en particulier, les rubans siliceux se comportent de façon identique : l'on y voit les mêmes petits rhomboèdres de carbonate de chaux qui ont cristallisé au sein d'une trame siliceuse.

Nous avons dû faire la même hypothèse sur l'origine des matériaux des brèches du Crétacé basque et de Salles et de Boô : il nous est apparu que c'était vers la haute mer que nous devons rechercher la cause originelle des formations bréchiques et nous avons imaginé à propos des brèches du Crétacé basque qu'au large une ride ou quelque chose d'équivalent à une ride se formait, ou s'accroissait, en même temps qu'un flux violent en poussait vers la côte les matériaux démantelés et que les êtres du plankton amenés par le flux se précipitaient. Nous avons assimilé cette poussée de la mer au rivage à une oscillation qui s'est répétée autant de fois qu'apparaît le complexe brèche et dalle rubanée.

C'est par une hypothèse tout à fait semblable qu'il faut, je crois, expliquer l'origine de la série sédimentaire que nous observons dans le complexe des brèches de Salles et de Boô : là aussi nous apparaît l'action d'un flux dirigé vers la côte, qui vient former les calcaires à rubans siliceux et qui démantèle une ride au large, et en pousse les matériaux vers le rivage en même temps que s'élaborent des dépôts calcaires. Ceux-ci pouvaient être partiellement consolidés avant que se manifeste la cause originelle de la brèche ; ils seront alors fragmentés et eux-mêmes entraînés dans la brèche : il se forme dans ce cas des brèches telles que les brèches massives de Salles. Mais si des calcaires d'un autre type tendent à se déposer durant le temps du démantèlement même de la ride, il se formera des brèches telles que les brèches à texture fluidale de Boô ou les brèches schisteuses du même lieu si dans le temps du reflux des courants côtiers ont entraîné vers le large les fins matériaux détritiques provenant de la région continentale.

Au point de vue de l'origine, les formations bréchiques de Salles et de Boô diffèrent principalement de celles du Crétacé basque en

ce qu'elles ne manifestent pas l'accord de la poussée marine au rivage et de la montée d'ordre tectonique de la ride ; aussi ce rythme de la sédimentation qui régnait à l'époque crétacée dans la région basque ne nous apparaît-il pas ici avec netteté.

Mais d'autre part nous sommes amenés à juger que l'ensemble d'âge crétacé des brèches de Salles et de Boô est plus ancien que les terrains du Flysch dont est formé le Crétacé supérieur basque qui contient les brèches. M. H. Douvillé a signalé dans les calcaires de la brèche de Salles la présence de *Caprina adversa*, type cénomanien, et ce fossile se montre dans un calcaire qui doit être considéré comme contemporain de la brèche. Dans le crétacé basque au contraire on voit que les terrains du Flysch reposent sur les calcaires coralliens cénomaniens démantelés¹ ; ils sont donc plus jeunes que ceux-ci. Il est bien vrai que dans les formations bréchiques de Boô et de Salles on trouve *Rosalina Linnei*, mais cela n'établit rien d'autre que le fait que cette espèce est apparue dans la région pyrénéenne avant l'époque du dépôt de Flysch.

Mais si les formations bréchiques de Salles, de Sère et de Boô se présentent à première vue comme un ensemble dans lequel il est difficile d'établir des divisions, vu l'alternance des formations du type de Salles avec celles du type de Boô que nous avons constatée entre Sère et Salles, il faut cependant, je crois, juger que les brèches du type de Boô représentent un horizon inférieur à celui des brèches massives de la carrière de la butte de Salles.

Il y a deux raisons de le croire. La première c'est que des brèches telles que celles de Boô et de Sère, d'allure généralement schisteuse et de couleur foncée, se trouvent, dans une grande partie de la région pyrénéenne, interstratifiées dans les sédiments du Crétacé inférieur². La seconde c'est ce fait que parmi leurs

1. Le fait est particulièrement bien visible à Olhette entre Ascaïn et Urrugne (Basses-Pyrénées), où l'on voit les calcaires schisteux gris du Flysch (première époque) reposer sur une roche bréchoïde en relation directe avec un récif formé principalement par un calcaire graveleux à Orbitolines (*O. plana*, *O. conica*).

2. Hébert et Leymerie, dans deux importants mémoires qui ont successivement paru dans le *Bull. Soc. G. F.* des années 1867 et 1868 (2^e), t. 24 et t. 26, ont bien mis en évidence l'existence d'alternances de conglomérats, de brèches et de schistes terreux. Hébert signale dans la Haute-Garonne un beau développement de brèches, dont l'une, puissante de 10 m., contient « des fragments de calcaire argileux jaunâtre compact, de calcaire compact subcristallin noir, de calcaire magnésien gris foncé. » Les bancs plus ou moins puissants de ces brèches et conglomérats alternent avec des schistes contenant de minces lits de calcaires cristallins, ces derniers pouvant d'ailleurs gagner en puissance et devenir des calcaires cristallins avec lits minces de schistes intercalés. Des formations analogues se retrouvent dans l'Ariège.

Leymerie établit d'autre part que tous ces ensembles font bien partie du Crétacé

matériaux, on ne trouve pas de ces calcaires à Orbitolines que nous croyons provenir du Crétacé inférieur lui-même, tandis qu'ils caractérisent en partie la brèche massive de Salles.

Et précisément cette ride dont nous avons parlé, et à laquelle furent arrachés les matériaux anciens des brèches de Salles, de Sère et de Boô, nous en voyons les vestiges dans les calcaires dolomitiques du Jurassique moyen surmontés des calcaires à Orbitolines du Crétacé inférieur situés au Nord de ces brèches : on comprend très bien que des formations bréchiqnes s'étant constituées au moment même du dépôt de ces calcaires à Orbitolines ou peu auparavant, les éléments de ceux-ci ne figurent pas nécessairement comme matériaux de celles-là ; tandis qu'il faut absolument les retrouver parmi les matériaux d'une brèche qui leur est nettement postérieure.

Il faut alors séparer le complexe des formations bréchiqnes entre Salles et Sère en deux masses représentant chacune un pli dont l'un s'imbrique sur l'autre ; la première masse, vers Salles, comprenant la brèche du village même de Salles (Cénomaniens) et les calcaires à Rosalines de la butte de Salles (Crétacé inférieur) ; la seconde masse, vers Sère, comprenant la brèche de la carrière de la butte de Salles (Cénomaniens) et les brèches schisteuses de Sère (Crétacé inférieur).

Cette ride d'où nous imaginons que proviennent les matériaux de toutes ces brèches est bien située au Nord de celles-ci ; mais un doute peut alors venir à l'esprit :

Les géologues qui se sont occupés de la stratigraphie et de la tectonique de cette région des Pyrénées ont émis à propos des couches qui comprennent la série des sédiments allant depuis le Lias jusqu'au Crétacé et constituent les montagnes au Nord de Salles, des opinions variées. Des études de M. Léon Bertrand, il semble résulter que ces couches forment une nappe charriée venue du Sud ; et cette nappe ne comprendrait pas les brèches qui feraient partie d'une autre nappe. Pour M. H. Douvillé, la masse des terrains qui comprend le Jurassique moyen serait également charriée, mais formerait une écaille de chevauchement venue du Nord, c'est-à-dire en telle relation de position avec les terrains auxquels elle confine que le Nord a chevauché le Sud.

Dans la première hypothèse, les brèches de Salles et de Boô

inférieur, étant pour la plus grande part d'âge aptien. Une certaine couche à Serpules, qui, à ses yeux, représente dans la région pyrénéenne un niveau constant de cet étage, se trouve parfois superposé à des brèches et celles-ci, ainsi que me l'a montré un échantillon ramassé par Leymerie lui-même et qui m'a été obligeamment communiqué par M. H. Douvillé, sont en tous points identiques à nos brèches de Boô.

font partie d'une nappe qui n'est pas celle dont fait partie la dolomie noire jurassique qui a fourni à ces brèches le plus caractéristique de leurs matériaux. Il est clair que si cette hypothèse est l'expression de la réalité nous ne pouvons en tirer aucun appui pour justifier l'idée que nous avons soutenue de l'origine marine des matériaux de la brèche ; au contraire même, elle est de nature à contredire cette idée, car la nappe dont ferait partie la brèche étant relativement en place par rapport à la nappe qui contiendrait le Jurassique moyen, celui-ci nous apparaîtrait à l'époque crétacée au Sud des terrains qui ont formé celle-là et non au Nord.

Mais l'hypothèse développée par M. H. Douvillé s'accorde bien avec celle que nous avons émise sur l'origine des brèches et elle vient même la compléter de très heureuse façon.

Effectivement les terrains du Jurassique moyen et du Crétacé inférieur dont M. H. Douvillé fait une écaïlle charriée, furent toujours au Nord des formations bréchiqnes, c'est-à-dire vers la haute mer à l'époque crétacée, et pour que l'hypothèse que nous avons formulée soit juste, il ne pourrait en être autrement ; mais de plus, si j'assimile à une ride l'allure de ces terrains à l'époque crétacée que M. H. Douvillé voit se former en écaïlle à l'époque du plissement pyrénéen, je ne veux pas en me servant du terme de *ride* signifier nécessairement un bombement tel qu'un anticlinal sous la mer crétacée, mais bien plutôt un accident d'ordre tectonique qui a produit ou qui a accentué une dénivellation du fond marin. Or nous savons bien que le jeu des mêmes accidents tectoniques se fait sentir à des époques différentes. N'est-il pas dès lors naturel de rapprocher la ride de l'époque crétacée de l'écaïlle de l'ère des plissements pyrénéens et de voir en celle-ci l'aboutissant de celle-là ; la striction de l'écorce en cette région ayant constamment tendu, depuis la transgression de la mer crétacée, à ce que les terrains du Nord surmontent les terrains du Sud ; le mouvement relatif des masses de terrains allant jusqu'au charriage sur les brèches de la ride qui leur avait fourni la grande part de leurs matériaux, et provoquant dans l'ensemble de leurs formations la naissance de plis imbriqués se chevauchant l'un l'autre.

Personne ne songera, je pense, à faire des brèches de Salles et de Boô des brèches de friction ou des mylonites d'écrasement. On peut en effet se rendre compte qu'il s'agit non de brèches isolées mais d'ensembles bréchiqnes qui n'ont pu être architecturés comme nous l'avons exposé que par le phénomène sédimentaire. Mais il est bien évident que pris dans les plissements pyrénéens et dans une partie des Pyrénées où ces plissements

furent violents ces brèches n'ont pas échappé à l'action des phénomènes dynamiques. D'une façon générale la cristallisation de la plupart des calcaires qui les forment et qui est jusqu'à un certain point une marmorisation de ceux-ci leur est précisément due. Des phénomènes de friction se sont d'ailleurs produits dans les brèches elles-mêmes et des morceaux de calcaire ont pris un aspect schisteux ; les morceaux massifs, particulièrement les dolomies noires et les dolomies nankin, se sont cassés et l'allure fluidale de certaines des brèches a du même coup été intensifiée.

A l'étude de brèches ou de formations bréchiques telles que celles de Salles et de Boà le géologue, soucieux de retracer les épisodes géologiques du passé, trouve son compte. L'ampleur de ceux-ci ne peut d'ailleurs que le laisser confus et s'il voulait les juger par ce qu'il sait des phénomènes actuels il resterait bien loin de la réalité. Il faut penser qu'à cette époque de l'histoire de la terre où se formaient les brèches et les sédiments que nous venons d'étudier dans la région des Pyrénées, les terres et les flots étaient fréquemment bouleversés¹ ; mais si une certaine confusion régnait, semble-t-il, dans la sédimentation quand, au début de la période, ont commencé à se former les brèches, nous devons reconnaître que cette confusion disparaît bientôt et qu'il s'établit un ordre manifesté par le rythme que nous avons constaté dans le dépôt des terrains qui forment ce qu'on a nommé le Flysch pyrénéen.

Au point de vue lithologique, un fait particulièrement frappant se dégage de notre étude : c'est l'importance du travail des petites Algues du groupe de *Girvanella*. Celles-ci s'attaquent aux organismes calcaires tels que Foraminifères et tests de Mollusques et les transforment en un agrégat de très petits granules, petits granules qui peuvent également se trouver indépendamment du test de ces organismes et dont l'agglomération produira des grains. Nous avons dit ailleurs que certains de ces granules étaient siliceux et alumineux en même temps que calcaires², et que les Algues du groupe de *Girvanella* venaient dans certains cas à élaborer elles-mêmes de la silice qui pouvait se fixer à l'état de calcédoine et métamorphoser de cette sorte les tests d'organismes calcaires. Dans les fragments de roches qui composent la brèche de Salles on peut précisément étudier des cas intéressants de transformations analogues : c'est ainsi que les lames cloison-

1. Voir à ce sujet une note de M. H. Douvillé aux *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*. Séance du 26 mai 1919.

2. *C. R. Ac. Sc.*, t. 167, p. 999, 16 décembre 1918.

10 avril 1920.

Bull. Soc. géol. Fr., (1), XIX. — 6.

naires des Orbitolines sont maintenant réduites, ainsi que nous avons eu l'occasion de l'indiquer plus haut, à une série de petits grains rhomboédriques de calcite agglomérés et que les morceaux de quartz caractéristiques de leurs tests sableux ont été nourris par une venue secondaire de silice (Pl. I, fig. 1).

Mais si, dans bien des cas, l'action de ces petites Algues paraît avoir pour résultat cette élaboration de granules calcaires, de silice et de silicates alumino-calciques, il semble qu'elle n'y soit pas réduite. En particulier c'est, je pense, à une action du même ordre sur le test des Miliolidées qu'il faut attribuer la cause première de la rubéfaction des calcaires à Miliolidées qui sont un des éléments de la brèche de Salles : il faut imaginer que les granules calcaires élaborés étaient ferrifères et qu'ils se sont ultérieurement hématisés.

Notons en outre que les calcaires granuleux ne sont pas caractéristiques des roches crétacées mais qu'on les trouve aussi dans les sédiments d'âge antérieur : nous avons vu que c'étaient de tels calcaires qui primitivement avaient formé les dépôts aux dépens desquels se sont développées les dolomies jurassiques.

Un autre fait intéressant, et particulièrement pour le minéralogiste, se manifeste par la présence de cristaux d'albite dans une partie des roches bréchiques de Salles et de Boô. Il est vraiment remarquable que ce soit toujours dans les parties granuleuses qu'on les trouve, que ces parties soient elles-mêmes proprement constitutives du sédiment crétacé, ou qu'elles le soient des matériaux anciens (calcaires granuleux incomplètement dolomitisés) qu'il contient.

Dans le Crétacé basque nous avons trouvé ces mêmes petits cristaux d'albite et développés dans les mêmes conditions au sein des roches du Flysch les plus anciennes. Au-dessus nous n'en avons pas rencontré : ils manquent en particulier dans les faciès marins de la première époque du dépôt du Flysch mais que nous trouvons seulement au sommet de la formation et qui sont lithologiquement tout à fait équivalents des calcaires bréchiques plus anciens de Salles et de Boô.

J'aurai, prochainement je l'espère, l'occasion de montrer que ce développement de cristaux d'albite dans des conditions identiques est un phénomène très général : j'ai pu l'observer récemment dans des roches anciennes d'Alsace, dont je me trouve tout naturellement amené à entreprendre l'étude lithologique détaillée.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I

FIG. 1. — Coupe mince dans une Orbitoline ($\times 160$) d'un calcaire à Orbitolines de la brèche de Salles.

Les lames cloisonnaires de l'Orbitoline sont formées maintenant de l'agglomération de petits cristaux de carbonate de chaux. De la silice est venue nourrir les grains de sable.

2 et 3. — Cristaux de dolomie développés dans l'intervalle des grains d'un calcaire granuleux et mordant sur ceux-ci ($\times 30$ et $\times 10$).

Calcaire jurassique des matériaux de la brèche de Salles.

4. — *Rosalina Linnei* d'un calcaire bréchique à Rosalines de Salles ($\times 45$). Cristaux d'albite développés tout à l'entour. Ce calcaire est d'âge aptien: la Rosaline qu'il renferme est la plus ancienne que j'ai trouvée jusqu'ici.

PLANCHE II

Brèche à texture fluidale de Boô ($\times 10$).

Morceaux de dolomies fines nankin (apparaissant en teinte foncée sur la préparation). Morceaux de dolomie jurassique (montrent sur la préparation la structure en grains ou fausses oolithes. Les cristaux de dolomie ont complètement mangé les grains). Lentilles étirées de calcaires plus ou moins siliceux (certains d'entre eux sont chargés de rhomboédres de dolomie).

QUELQUES REMARQUES
SUR L'ÂGE DU SEL DES RÉGIONS CARPATHIQUES
PAR **J.-P. Voitești** ¹.

Cette question a beaucoup occupé les géologues qui ont parcouru les régions carpathiques et les opinions sur l'âge du sel ont surtout varié, à cause de la position stratigraphique difficilement déterminable et de la tectonique curieuse des massifs de sel.

L'opinion communément admise aujourd'hui est celle exprimée par E. Suess² qui attribue les massifs de sel au Méditerranéen. Mais, tandis que Suess considère ces couches comme appartenant au faciès de régressions du premier étage méditerranéen, au Schlier (Helvétien) des géologues autrichiens, d'autres auteurs le considèrent comme un faciès hétéropique du Tortonien et, parmi ceux qui font autorité, est M. E. Haug³.

Maintenant nous possédons assez de renseignements précis sur les dépôts méditerranéens des Subcarpathes, pour pouvoir conclure s'il y a encore lieu de considérer le sel de nos massifs comme méditerranéen ou non.

I. — STRATIGRAPHIE DU MÉDITERRANÉEN DES SUBCARPATHES.

Le Méditerranéen des Subcarpathes roumaines, la formation salifère subcarpathique de Mrazec et Teisseyre⁴, commence dans la partie E des Subcarpathes méridionales et dans les Subcarpathes orientales par de puissants conglomérats et grès conglomératiques, d'une coloration rougeâtre. Dans la vallée de la Crasna, près Schiulesti, Prahova, nous y avons trouvé des *Pecten*, assez bien conservés, appartenant très probablement aux espèces : *P. Hornensis* DEP. et BON. ; *P. Beudanti* BAST. et *P. pseudo-Beudanti* DEP. et BON.⁵. Ces grès sont polygéniques. On y trouve, dans les Subcarpathes méridionales, des galets de schistes et roches cristallines, de calcaires mésozoïques, de grès crétacés et de calcaire nummulitique, tous du type carpathique ; dans les

1. Note présentée à la séance du 17 février 1919.

2. E. SUSS. La Face de la Terre, I, p. 348-417.

3. E. HAUG. Traité de Géologie, II, fasc. 3, p. 1666.

4. L. MRAZEC et W. TEISSEYRE. Aperçu géologique sur les formations saliférées et les gisements de sel en Roumanie. *Monit. du pétrole*, Bucarest, 1901.

5. J.-P. VOITESTI, D. PREDĂ et H. GROZESCU. Classification du Méditerranéen en Roumanie. *C. R. des séances de l'Institut géologique*, VII, 18 déc. 1915, Buc. 1917.

Subcarpathes orientales ils sont formés, en grande partie, par des blocs anguleux et roulés, grands et petits, de roches et schistes verts, de calcaire nummulitique, du type dobrogéen, parmi lesquels on trouve aussi des galets provenant des grès du Flysch des Carpathes.

Les conglomérats passent, au sommet, à des grès grossiers gris, qui contiennent, par place, beaucoup de Nummulites remaniées.

Au-dessus vient une puissante série formée par des grès jaunâtres, tendres, et des marnes bleuâtres à intercalations puissantes de gypses et de tuf éruptifs, lesquels, vers la partie supérieure, deviennent sableux et d'une coloration rougeâtre, et passent insensiblement à des sables marneux.

Jamais on ne trouve intercalé, dans cette série, ni du sel ni même des argiles salées. Les seules restes organiques qu'elle contient sont des Foraminifères et spécialement des Globigérines dans quelques bancs à tufs éruptifs.

Quoique représenté seulement par des lambeaux et des témoins d'érosion, le sommet du II^e étage méditerranéen est, un peu partout, constitué par une série assez puissante de marnes et grès finement conglomératiques, d'une couleur bleuâtre et très fossilifères, avec des intercalations de tufs éruptifs et de calcaire à *Lithotamnium* (Calcaires de Leytha).

Dans cette série de couches, qui forme le sommet du II^e étage méditerranéen de la cuvette de Drojna, l'auteur¹ à Ogretina-Mierla (Prahova) a déterminé les formes suivantes :

Solenastræa manipulata REUSS ; *Porites incrustans* DEF. ; *Eschara varians* REUSS ; *Pecten* sp. ; *Arca Diluvii* LMK. ; *Pectunculus* sp. ; *Cardita* cf. *Partschii* GOLDF. ; *Venus* sp. ; *Corbula gibba* OLIV. ; *Lucina* sp. ; *Ervilia trigonula* SOKOLOV ; *Pleurotoma Camillæ* R. HÖRN. et AUNG. ; *Pl. Schreibersi* M. HÖRN. ; *Buccinum mutabile* LIN. ; *Oliva* sp. ; *Ancillaria glandiformis* LMK. ; *Mitra ebenus* LMK. ; *Oniscidia cythara* BROCC. var. ; *Natica* cf. *Josephinia* RISSA ; *Ringicula auriculata* MEN. var. *buccinea* BROCC. ; *Conus* sp. ; *Cerithium crematum* BROCC. ; *C. Bronni* PARTSCH ; *C. Europæum* MAYER ; *C. Europæum* MAYER var. *acuminata* SCHAFFER ; *C. cf. obsoletum* ROV. ; *C. taurocoronatum* SACCO var. ; *C. nodosoplicatum* HÖRN. ; *C. Moravicum* HÖRN. ; *Conocerithium* cf. *tauroconicum* SACCO ; *Bitium reticulatum* DA COSTA ; *Turritella bicarinata* EICHW. ; *T. Archimedis* BRONG. ; *T. subangulata* BROCC., espèces qui démontrent l'âge tortonien de ces dépôts.

L'épaisseur totale des couches méditerranéennes peut varier entre 800 et 1 200 m.

1. J.-P. VOITESTI. Nouvelles données sur la présence du Tortonien fossilifère dans la zone du Flysch des Subcarpathes méridionales, etc. *Ann. Inst. géolog. de Roumanie*, VI, 1912, Bucarest 1915.

Dans les Subcarpathes méridionales, comprises entre la rivière du Buzău et la rivière de l'Oltu, en dessous des conglomérats, on trouve une série de schistes argileux, noirâtres, alternant avec des gypses bitumineux, en plaquettes, de même couleur.

Ces gypses, inférieurs aux conglomérats, dont le développement maximum atteint 50-60 m. d'épaisseur dans la Prahova à Breaza de Jos et dans le Rîul Doanmei (Muscel) se rattachent plutôt à l'Oligocène supérieur qu'au 1^{er} étage méditerranéen, car ils succèdent en concordance aux schistes feuilletés oligocènes, avec lesquels ils forment un ensemble affecté des mêmes plissements. Une preuve de plus établissant que les conglomérats sont transgressifs sur ces gypses, est la présence des galets de gypses roulés dans les conglomérats du bord nord de la cuvette de Slănic, à Breaza de Sus, sur la rive droite de la Prahova, tout près du chemin de fer. Et, de même que dans les marnes à gypses et à tufs éruptifs qui sont supérieurs aux conglomérats à Pectens, on ne trouve intercalés ni sel, ni argiles salées.

Si nous rattachons à l'Oligocène supérieur (Aquitainien ?) les gypses inférieurs aux conglomérats, et si nous considérons la présence du Tortonien marin normal à la partie supérieure de la série méditerranéenne, nous pouvons attribuer aux conglomérats transgressifs à Pectens un âge burdigalien (supérieur ?) et aux marnes à gypses et à tufs éruptifs qui les surmontent en superposition normale, un âge helvétien.

Dans les Subcarpathes les conglomérats n'ont pas la même position stratigraphique. Aussi, en Galicie sont-ils considérés comme appartenant à l'Oligocène (?) supérieur (congl. de Swoboda Bunguska). En Moldavie les conglomérats de Pietricica près Bacău, ayant la même constitution pétrographique et la même situation stratigraphique, possèdent des galets de calcaire nummulitique (Lutétien) ; à Sarata, dans la colline de Pietricica, près Bacău, nous avons remarqué aussi la présence des galets de grès de Kliwa oligocène, qui nous obligent à attribuer aux conglomérats un âge méditerranéen.

Dans les Subcarpathes méridionales, et spécialement dans la cuvette de Slănic, les Pectens trouvés à Schiulesti semblent indiquer un âge burdigalien (supérieur ?).

Mais vers l'W et surtout entre la Dimbovita et l'Oltu, les conglomérats paraissent s'élever dans la série. Ainsi dans le Rîul Doanmei, ils recouvrent les gypses inférieurs et l'Oligocène, et supportent directement le Pliocène supérieur (Dacien). Et dans la collection du gymnase de Câmpulung (Muscel) j'ai vu un exemplaire jeune de *Pecten solarium*, qu'on m'a dit provenir des conglom-

mérats méditerranéens du Uf. Mătau. D'ailleurs les conglomérats de Mătau ont des intercalations de tufs éruptifs qu'on ne trouve pas ailleurs que dans l'Helvétien et dans le Tortonien, et ils supportent directement les couches daciennes à lignites.

D'après les derniers travaux de H. v. Böekh ¹ on trouve la même série dans le Méditerranéen du bassin de la Transylvanie. Le Méditerranéen commence par les couches de Korod (Koroder Schichten), formées par des sables, grès, grès conglomératiques et marnes sableuses, contenant une faune typique du Méditerranéen inférieur. Dans quelques régions (Szaszsebes) on trouve même des conglomérats d'une coloration rougeâtre, comme dans les Subcarpathes roumaines.

Au-dessus viennent les couches de Hydalmas (Hydalmaser Schichten) formées par des argiles, des marnes argileuses, des grès et des grès conglomératiques, qu'on attribue aussi au Méditerranéen inférieur.

Les couches de Hydalmas supportent en transgression les couches de Mézöseg (Mezöseger Schichten) qui commencent par l'horizon principal (Haupthorizont) de tuf éruptif et sont formées par des marnes bleuâtres schisteuses, des marnes gréseuses, qui contiennent beaucoup d'intercalations de gypses, et qu'on considère comme appartenant au II^e étage méditerranéen.

Sur le bord occidental du bassin on trouve à la partie supérieure la série des calcaires récifaux du type de Leytha.

On considère le sel des massifs du bassin de la Transylvanie comme déposé pendant la régression du I^{er} étage méditerranéen et on croit qu'il doit être situé stratigraphiquement au-dessous des couches de Mézöseg qui sont transgressives. Mais si on étudie les profils donnés, on s'aperçoit qu'on ne connaît que les rapports du sel avec les couches de Mézöseg qu'il transperce en noyau diapire, mais que jamais on n'a pu observer les rapports du sel des massifs avec les couches du I^{er} étage méditerranéen.

II. — LES RAPPORTS STRATIGRAPHIQUES DES MASSIFS DE SEL.

1. *Dans les Subcarpathes.* — Partout dans la zone du Miocène des Subcarpathes, les massifs de sel ont une forme lenticulaire, plus ou moins bombée, et, à en juger d'après les déformations des bandes zonaires plus foncées du sel, leur structure est pliée et repliée, ou bien chiffonnée par pression.

Ces massifs apparaissent sur des lignes anticlinales, au-dessous des couches méditerranéennes, et sont toujours enveloppés dans

1. H. v. Böekh. Ueber die Erdgasführenden Anticlinalzüge des sibenbürger Beckens. Budapest, 1911.

une énorme brèche tectonique, constituée par une pâte argileuse noirâtre, cimentée par du sel ou du gypse, ou les deux ensemble.

Cette pâte argileuse est formée d'éléments finement broyés dans laquelle on remarque quelques fragments d'une argile dure.

Dans cette brèche apparaissent, comme enchâssés, et en grand nombre, des blocs plus souvent anguleux qu'arrondis, petits, grands ou même énormes (ces derniers anguleux), provenant des roches et des schistes cristallins, du calcaire jurassique — néocomien du type dobrogéen, et des roches du Flysch crétacé — nummulitique (silex, grès, calcaires, etc.). Dans les Subcarpathes méridionales les blocs de roches et de Schistes cristallins appartiennent au type carpathique, tandis que dans les Subcarpathes orientales ils se rattachent au type dobrogéen, aux roches éruptives et aux schistes cristallins verts.

L'Eocène et l'Oligocène apparaissent dans cette brèche plutôt comme des klippes¹, petites et grandes, pincées généralement sur le flanc direct de l'anticlinal, mais assez souvent aussi dans des replis sur le dos du massif (Matitza, Apostolache, etc., en Prahova, Sărata, en Băcau, etc.).

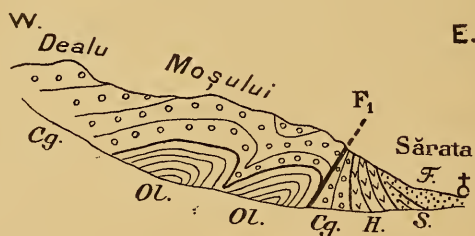


FIG. 1. — COUPE DE LA RIVE GAUCHE DU PREMIER TORRENT SUR LA DROITE DE LA VALLÉE DE SĂRATA.

Ol, Oligocène marginal à silex et grès de Kliwa; Cg, Conglomérats de Pietricica (Burdigalien); H, Marnes à gypse et tufs éruptifs (Helvétien); S, Sarmatien (grès et sables); F, Graviers de terrasses; F₁, Faille marginale des Subcarpathes.

Les blocs de calcaires jurassiques-néocomiens, ont quelquefois des dimensions énormes, comme ceux qui sont placés sur le dos du massif de Podenii Noi (Prahova), dont le plus grand avait à peu près 750 m.

En dehors de ces blocs qu'on peut identifier, il y en a d'autres, comme par exemple des grès durs noirâtres, se rapprochant du type des quartzites liasiques (de Gresten), qu'on ne saurait certainement pas identifier.

1. H. GROZESCU, J.-P. VOITESTI et D. PREDĂ. Sur la présence des Klippes paléogènes dans la partie orientale de la région des collines de Prahova. *C. R. des séances de l'Inst. géol. de Roum.*, VII, Buc. 1917.

Par le lavage de la pâte argileuse, ces blocs forment sur les pentes gluantes de la brèche des amas de blocs, comparables aux éboulis des pentes rocheuses, très caractéristiques des massifs de sel.

En passant de la zone miocène des Subcarpathes méridionales dans la zone pliocène, les massifs se montrent de plus en plus dépourvus de leur brèche tectonique, qui reste en profondeur à cause de la grande plasticité des roches pliocènes et ne portent plus que rarement des klippes d'Oligocène qui apparaissent même dans la dépression Gétique (Săcelu, en Gorjiu).

Très instructives sur la position des massifs de sel dans les Subcarpathes sont les coupes naturelles dans la région du massif de Sărata, près Bacău, à la bordure extérieure des Subcarpathes orientales, explorée par l'auteur, en 1917, pour les besoins de l'armée en Moldavie, pendant la guerre.

La colline de Pietricica qui borde ici les Subcarpathes, est profondément entaillée par la vallée transversale de la Sărata et celles de ses affluents.

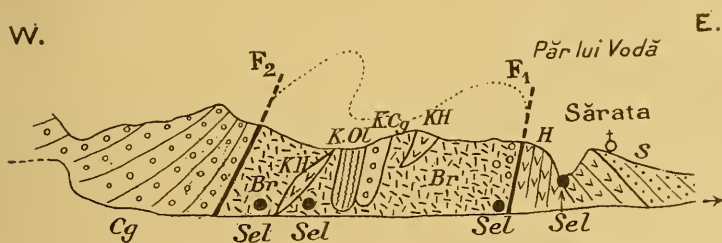


FIG. 2. — COUPE SUR LA RIVE GAUCHE DE LA VALLÉE DE LA SĂRATA.

Cg, Conglomérats de Pietricica (Burdigalien) ; H, Marnes à gypse et tufs éruptifs (Helvétien) ; S, Sarmatien ; Br, Brèche tectonique formée par la trituration des roches oligocènes, burdigaliennes et helvétiques par le massif de sel ; K. Ol., Klippe d'Oligocène ; K. Cg., Klippe de conglomérat de Pietricica ; K. H., Klippe d'Helvétien (gypse) ; Sel, Sources salées et sulfurées ; F., Faille marginale des Subcarpathes ; F₂, Faille limitant le massif de sel.

Ainsi, dans le premier torrent, confluent sur la rive droite à Sărata même (Fig. 1) nous trouvons dans l'axe de l'anticlinal dirigé N 10° W-S 10° E, l'Oligocène du type marginal (silex et grès de Kliwa) formant une grande voûte asymétrique, échancrée au milieu par un synclinal secondaire, profondément pincé.

L'Oligocène est couvert directement par les conglomérats de Pietricica à blocs de roches vertes et de calcaire nummulitique, par lesquels commencent les couches méditerranéennes. Deux cents mètres plus au N, de l'autre côté de la petite crête du Dealul Mosului, qui sépare ce torrent de la vallée de la Sărata, nous

trouvons, dans le noyau de l'anticlinal, une énorme brèche tectonique, noirâtre, formée par la trituration des roches éocènes, oligocènes et méditerranéennes (conglomérats et marnes à gypses), dont l'identité est démontrée par la présence d'éléments moins broyés et par des klippes pincées dans la brèche (Fig. 2). En comparant ces deux profils on s'aperçoit que le massif de Sărata apparaît dans le noyau d'un anticlinal asymétrique, formé par les couches de l'Oligocène et du Méditerranéen, dont il crève la voûte en broyant les roches de ces couches. D'après les sondages exécutés en 1917, le massif forme deux crêtes en lames, séparées au niveau des klippes, qui correspondent à leur tour au pincement synclinal de l'Oligocène dans le premier profil. Ce massif s'élève très vite au N. du thalweg de la Sărata (6-16 m. au-dessus du thalweg), puis il s'enfonce de nouveau sous une voûte formée par les conglomérats de Pietricica, par l'Helvétien à gypse et tufs éruptifs et sur le flanc oriental de la voûte, par le Sarmatien transgressif. Dans cette région il est possible de voir nettement la position stratigraphique du sel, au moins vis-à-vis des couches de l'Oligocène et de toute la série des couches méditerranéennes, qui forment les deux flancs et la voûte de l'anticlinal de Pietricica sous lesquelles apparaît le massif en les broyant.

En 1912, j'ai visité les salines de Kalusz et de Stebnic (Galicie), cette première localité située à la bordure extérieure des Subcarpathes, la seconde à leur bordure intérieure. Dans ces deux localités le sel, de même que les sels de potasse, cimentent, recristallisés, une énorme brèche tectonique, argileuse, noirâtre, finement broyée — le Haselgebierge — dont on extrait le sel par dissolution. Sur les parois des voûtes formées par dissolution, on remarque des blocs de la grosseur du poing, d'un grès gris blanchâtre, quartzeux, plus dur et plus grossier que le grès oligocène (de Kliwa) et d'une argile bleuâtre dure, qu'on a trouvé en grandes masses dans les plus profondes galeries à Kalusz. Dans cette dernière localité, les sels de potasse forment dans la brèche des bandes parallèles et leur inclinaison indique une dislocation de la brèche postérieure à leur recristallisation. La brèche est recouverte par l'Helvétien fossilifère, transgressif sur l'avant-pays à l'E. de Kalusz.

Il est évident que dans toutes les Subcarpathes, où l'on sait qu'il n'y a pas de nappes de chevauchement, le sel des massifs qui apparaissent sous toute la série du Méditerranéen et portent toujours sur leur dos des grandes klippes d'Oligocène et d'Eocène (à Slănic-Prahova ; à Cămpina, rive gauche de la Doftana ; à Cornu-Breaza-Vărfuri-Pucioasa, etc., etc.) ne peut plus être considéré comme méditerranéen.

2. *Dans les Carpathes.* — Si nous parcourons la zone du Flysch des Carpathes, nous constatons que dans la partie occidentale des Carpathes méridionales, les massifs de sel apparaissent au-dessous de leur bordure extérieure (Berdea-Vulpea, en Prahova ; Bezdeadu, etc.) ; tandis qu'à l'E du Teleajen, à mesure que le Flysch nummulitique passe des Subcarpathes dans les Carpathes, on les trouve apparaissant de plus en plus à l'intérieur de la zone du Flysch, ainsi que, dans les Carpathes orientales, en Moldavie ; on les rencontre même de l'autre côté de la haute crête (Poiana-Sărata-Sösmizö, en Transylvanie).

Les rapports stratigraphiques du sel vis-à-vis des couches du Flysch crétacé-nummulitique des Carpathes sont les mêmes que ceux que nous avons constatés vis-à-vis des couches nummulitiques-méditerranéennes des Subcarpathes.

En commençant par la bordure extérieure, nous trouvons qu'à Târgu Ocna (Bacău) le massif de sel crève une voûte anticlinale formée par l'Éocène et l'Oligocène, et que son énorme brèche tectonique porte les mêmes blocs-klippes : de roches et de schistes cristallins verts, du type dobrogéen ; de calcaire jurassique néocomien du même type, et de roches du Flysch marginal éocène et oligocène.

Vers l'intérieur du Flysch nous trouvons la même disposition stratigraphique : les blocs deviennent de plus en plus petits, mais les blocs exotiques se montrent plus nombreux, et en même temps la brèche tectonique devient moins visible, à cause de l'épaisseur croissante des roches du Flysch. Ainsi se présentent les massifs de Tasleiu Sărat ; celui du Slănicul de Moldava ; celui de Poiana Sărata ; etc., etc. Ils apparaissent toujours, soit liés à la fracture marginale du Flysch, soit le long des dislocations anticlinales faillées qui, venant de l'intérieur de la zone du Flysch, coupent la fracture marginale sous un angle aigu.

Les voûtes anticlinales, crevées par ces massifs, sont formées tout le temps par les roches de l'Éocène et de l'Oligocène du type marginal, dans la région de la nappe marginale, et par le faciès du grès de Fuzaru, dans la région de la nappe du grès du Fuzaru (vallée de la Doftana et du Slanic, etc.).

Dans la dislocation anticlinale de Hârja-Bogata-Valea-Largă (Bacău), sur laquelle apparaissent au moins deux massifs de sel, Botez a reconnu dans les haldes d'un puits de pétrole à main, foré dans l'Éocène du noyau anticlinal, sur la rive gauche de Valea-Largă, la présence du Sénonien fossilifère, marnes en plaquettes à *Inoceramus Salisburgensis*.

D'après ces constatations, il semble que les massifs de sel de la

zone du Flysch sont liés seulement aux zones d'extension des deux nappes extérieures : la nappe marginale et la nappe du grès de Fuzaru.

Il est vrai que dans la zone du développement de la nappe du Siriu, on ne connaît dans les Carpathes que des sources salées (la région des sources de la vallée de l'Oituz) et des gypses que nous avons observés, dans une brèche tectonique, sous le bord chevauchant de la nappe du grès de Siriu, aux sources du torrent Pufu, affluent sur la rive gauche du Slànic (Moldavie), sur le versant SE du Mt Sandoru Mare.

Dans les Carpathes méridionales, les sources salées sont plus nombreuses : ainsi par exemple les sources à suintement de pétrole de la vallée du Siriu, aux pieds du Mt Siriu (Buzau) ; celles de la région supérieure du Teleajen à Suzana ; celles de Berteau et de Vulpea (Prahova) qui suintent d'une brèche tectonique du plan de charriage formée par la trituration des couches de Comarnic à *Orbitolina lenticularis* et au-dessus desquelles se trouvent, à Berteau, le grès céno-manien, les marnes rouges sénoniennes et le Nummulitique ; celles de Comarnic (vallée du Comarnic et Parăul Adânc), qui suintent aussi des couches de Comarnic, aptiennes, lesquelles supportent de même le Gault (?), le Céno-manien, le Sénonien et le Nummulitique ; enfin celles de Bezdeadu-Bela (Dâmbonita).

Ainsi la rareté des massifs dans la zone interne du Flysch paraît être due seulement au grand développement en épaisseur des couches du Flysch.

On connaît des sources salées aussi dans la région du Cristallin des Monts Gétiques : à Sinca Nouă, près Brasov, sur le versant NW des Monts Persani, très puissante source salée qui surgit d'une dislocation des micaschistes du type du premier groupe cristallin (en nappe), et la source salée trouvée par M. Mrazec dans le torrent Slătincul, sur la rive gauche du Danube, entre Turnu Severin et Varciorova.

En tout cas, nous constatons que, dans la région du Flysch des Carpathes, les massifs de sel apparaissent toujours dans des anticlinaux, enveloppés dans une énorme brèche tectonique, formée par le broyage des roches de toutes les formations du géosynclinal des Carpathes, depuis l'Aptien-Gault jusqu'aux couches oligocènes, et que cette brèche tectonique contient aussi des blocs klippes exotiques, appartenant aux roches qui formaient le soubassement effondré du géosynclinal carpathique et que le nombre de ces massifs et le volume de ces blocs-klippes sont d'autant plus grands que les massifs apparaissent dans des régions situées plus près des avant-pays podoliques-dobrogéens.

Je crois qu'il n'est pas sans intérêt de rappeler qu'un grand nombre des sources salées, magnésiennes et iodurées, alimentent les lacs salés de la plaine roumaine, ou surgissent des flancs des vallées profondes à la base du Sarmatien du plateau de la Moldavie.

III. — LES RAPPORTS TECTONIQUES DES MASSIFS DE SEL.

Les rapports tectoniques des massifs de sel sont aussi instructifs que leurs rapports stratigraphiques.

Leur apparition est toujours liée aux grandes lignes de fractures, soit que ces dislocations séparent les unités tectoniques, soit qu'elles apparaissent à l'intérieur de ces unités tectoniques.

A l'intérieur des Subcarpathes et des Carpathes, les massifs apparaissent d'ordinaire le long des anticlinaux faillés ; mais il n'est pas rare de les rencontrer surgissant au milieu d'un synclinal dont ils crèvent le fond.

Un cas typique dans les Subcarpathes, est celui du massif de sel de Slănicul de Prahova qui apparaît juste au milieu de la cuvette méditerranéenne de Slănic en exhaussant une grande klippe nummulitique (d'Éocène), laquelle, depuis Slănic à l'E, se lie à l'anticlinal de Paléogène par lequel s'effile dans les Subcarpathes méridionales la nappe du grès de Fuzaru. De la même manière, la cuvette méditerranéenne de Drajna est crevée au beau milieu par un massif de sel dont la brèche apparaît dans l'escarpement de la rive gauche du Teleajen, un peu plus au N de Valeonii de Munte, et qui se continue à l'E par un long chapelet de massifs apparaissant sur la même dislocation qu'on peut suivre par Ogretin-Chiojdu-Basca Rusililor jusqu'à Gura Teghii (Buzău).

Un chapelet identique de massifs portant de grandes klippes d'Éocène et d'Oligocène (du type Fuzaru) suit vers l'W la dislocation de Slănic jusqu'à Pietrari tout près de la Dâmbovitza.

Ainsi, l'apparition des massifs paraît être indépendante de la tectonique des couches superficielles, car si ces massifs se montrent de préférence dans les anticlinaux, ils brisent leur voûte en n'importe quel point, provoquant le diapirisme des plis magistralement décrits par M. Mrazec.

Cette indépendance ressort mieux dans les Subcarpathes méridionales où les plis miocènes de direction W 20° S-E 20° N sont entrecoupés par les fractures à chapelets de massifs, orientés, soit dans la direction W-E, quelquefois SW-NE, et même NNW-SSE, comme c'est le cas des massifs qui apparaissent sur la ligne Turburea-Sărări (Prédeal)-Matişa.

Et l'aspect bouleversé, de mer houleuse, que présente la tectonique des Subcarpathes méridionales est dû justement à ce manque de conformité entre la tectonique profonde à laquelle tiennent les massifs de sel et la tectonique superficielle des formations des Subcarpathes.

Cette indépendance se remarque quelquefois aussi dans la zone du Flysch marginal.

Ainsi, dans les régions pétrolifères de Taslău Sărat-Jemes et de Stănești-Solontz (Bacău), apparaissent, au même niveau, deux massifs de sel orientés W-E, perpendiculairement à la direction N-S des plis de la région. Leur crête dorsale, en arrêtant à son niveau le déversement vers l'E des plis faillés du Nummulitique (Eocène et Oligocène), cause leur infléchissement à angle aigu vers l'W, provoquant ainsi sur les flancs des massifs un puissant chevauchement d'à peu près 1 200 m. (Zemes et Stănești-Solontz).

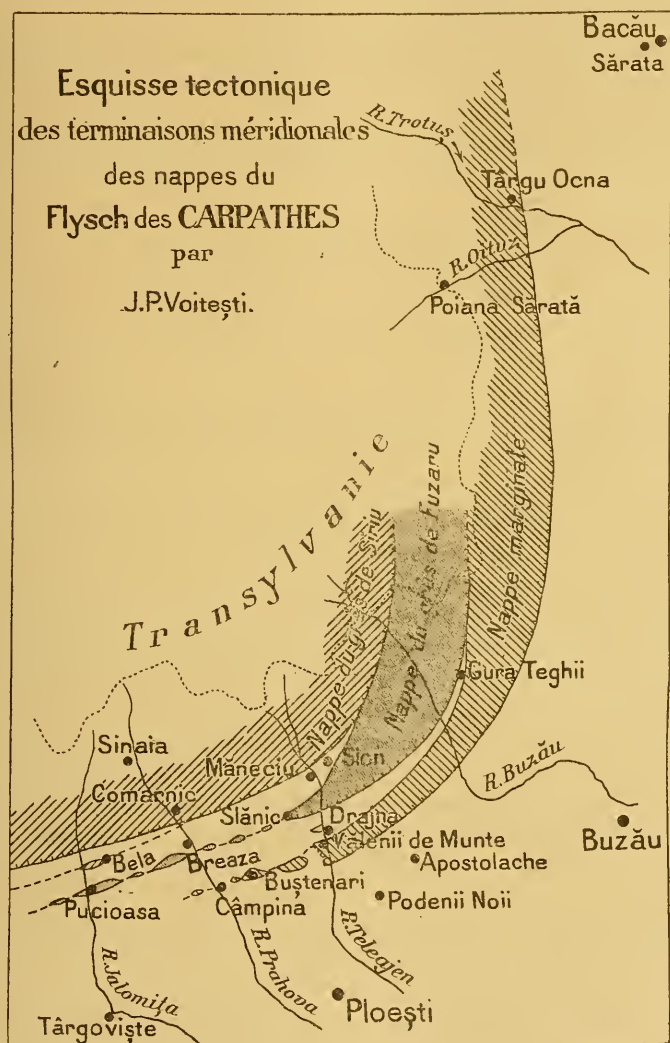
Et il semble que tant dans les Carpathes que dans les Subcarpathes ce ne soient que les massifs superficiels qui sont orientés dans la direction des plis des derniers plissements; ce qui montre que, seulement, les massifs qui se trouvaient antérieurement arrivés tout près de la surface, ont été orientés par ces plissements, comme c'est le cas à peu près général dans la zone du Flysch; tandis que ceux qui se trouvaient à des grandes profondeurs dans le soubassement et qui ont dû arriver à la surface sous l'empire des derniers mouvements orogéniques, ont suivi la direction des anciennes fractures sur lesquelles ils se trouvaient déjà orientés, et, poussés vers la surface, ont bouleversé la tectonique des couches superficielles, comme c'est en général le cas pour les Subcarpathes méridionales.

Et je crois que l'explication du diapirisme des plis des Subcarpathes doit être cherchée dans le transperçement des couches par les massifs, ou par des lames provenant d'un massif de sel déchiqueté, car ce phénomène se manifeste aussi dans le Flysch dès qu'un massif de sel fait son apparition dans le noyau d'un anticlinal faillé.

Si nous considérons maintenant les rapports existants entre les massifs de sel et les nappes écaillées du Flysch, nous constatons les faits suivants: depuis la bordure extérieure de la nappe marginale jusqu'à l'intérieur de la nappe du Siriu, les massifs de sel et les sources salées, n'apparaissent jamais dans des synclinaux, mais toujours dans des anticlinaux.

Les massifs de sel ne séparent jamais les nappes, et s'ils marquent presque toujours leurs bordures, c'est qu'ils sont liés seulement aux grandes lignes de fractures qu'accidentent à peu

près verticalement les formations de la bordure des nappes. L'emplacement de ces fractures est, par place, très éloigné de la bordure actuelle des nappes, à cause de l'érosion et du démantèlement de cette dernière.



Mais l'indépendance des massifs de sel vis-à-vis des nappes du Flysch est plus évidente dans la région des terminaisons méridionales des nappes, où, depuis la vallée du Buzău vers l'W, les nappes descendant des Carpathes dans les Subcarpathes (mérid-

dionales) passent graduellement à des anticlinaux, séparés par de larges cuvettes méditerranéennes. Ces anticlinaux, en s'échelonnant de l'extérieur vers l'intérieur des Subcarpathes, s'effilent en se perdant dans autant de séries décroissantes de klippes paléogènes qui jalonnent la trace des lignes de fractures qui continuent ces effilements vers l'W.

Ainsi en suivant, dans les Subcarpathes méridionales, ces effilements de nappes, de l'extérieur vers l'intérieur, nous constatons les faits suivants (Fig. 3) :

La nappe marginale (les Subbeskides d'Uhlig) arrive au Sud de Valenii de Munte (Prahova) sous la forme d'une grande voûte anticlinale, plissotée de plis secondaires et les deux bordures faillées. Aussi bien le long de ces bordures, que le long des anticlinaux secondaires, apparaissent plusieurs massifs de sel.

Depuis Valenii de Munte vers l'W, elle s'effile le long d'une puissante fracture anticlinale, dans les couches méditerranéennes, sur laquelle apparaissent plusieurs massifs qui exhausent sur leur dos des klippes d'Oligocène du type marginal (Valcânesti-Bustenari-Telega-Doftana et Drăgâneasa), de plus en plus petites jusqu'à Drăgâneasa, où elles disparaissent complètement sous la couverture pliocène.

La nappe du grès de Fuzaru est séparée de la nappe marginale par la cuvette méditerranéenne de Drajna. Cette cuvette, large de quelques kilomètres à Drajna sur Teleajen, s'effile par écrasement à mesure que les deux nappes se rapprochent et depuis Gura Teghii vers l'E, disparaît complètement sous la bordure méridionale de la nappe du grès de Fuzaru, qui chevauche dorénavant sur la nappe marginale.

Depuis Drajna, à l'W la nappe du grès de Fuzaru se continue par un anticlinal à voûte ondulée qui s'effile en s'arrêtant brusquement dans le toit du massif de sel exploité à Slănicul de Prahova ; ce dernier, nous le savons déjà, brise, exactement au milieu du synclinal, les couches de la cuvette de Slănic.

Plus loin, vers l'W, son bord méridional se continue par une importante ligne de fracture, dans les dépôts méditerranéens, sur laquelle apparaissent plusieurs massifs de sel qui exhausent toujours des grandes klippes d'Eocène et d'Oligocène du type de Fuzaru, klippes qui dépassent de beaucoup en ampleur et en extension vers l'W celles de la nappe marginale (Cosmina-Cornu-Breaza en Prahova ; Varfurile-Pucioasa-Vulcana et Pietrari en Dâmbovitza).

La nappe du grès de Siriu (les Beskides d'Uhlig) est séparée de la nappe du grès de Fuzaru par la cuvette méditerranéenne de

Măneciu et Slon, qui continue vers l'E la moitié nord de la cuvette de Slănic. La cuvette de Slon, non loin vers l'W de cette localité s'effile, écrasée sous la bordure chevauchante de la nappe du grès de Siriu.

A l'W de la Prahova seulement, cette nappe commence à descendre dans les Subcarpathes, dans lesquelles elle est complètement descendue entre la Jalomitza et la Dâmbovitza. On y rencontre beaucoup de manifestations salines et un seul massif, d'après nos connaissances, qui apparaît le long de la fracture qu'accidente son bord méridional écaillé (trois écailles) aux pieds du sommet Măciucu Bertii (Prahova).

IV. — CONCLUSIONS GÉNÉRALES SUR LES

RAPPORTS STRATIGRAPHIQUES ET TECTONIQUES DES MASSIFS DE SEL.

Dans les Subcarpathes roumaines nous trouvons représentées, au point de vue stratigraphique et de bas en haut, les formations suivantes :

L'Eocène vaseux, et l'Oligocène à silex et à grès de Kliwa, du type marginal ; l'Eocène gréseux et l'Oligocène vaseux à silex, du type du grès de Fuzaru (dans la moitié nord des Subcarpathes méridionales). L'Oligocène supérieur (Aquitainien ?) se termine dans les Subcarpathes méridionales par des marnes feuilletées noirâtres à gypses en plaquettes, à efflorescences salines, mais sans sel, faciès qui accuse une concentration lagunaire incomplète vers la fin de l'Oligocène, le commencement du Méditerranéen.

La transgression du Méditerranéen inférieur commence par de puissants conglomérats à *Pecten Beudanti*, burdigaliens, qui passent en haut, par l'intermédiaire des grès, à des marnes avec de puissantes intercalations de gypses et de tufs éruptifs, à efflorescences salines, mais jamais du sel ; série qu'on peut considérer certainement comme helvétique, car elle est recouverte en transgression par le Tortonien normal, fossilifère, surmonté à son tour par le Sarmatien fossilifère. L'Helvétien marque donc une nouvelle phase de concentration lagunaire incomplète dans les Subcarpathes. Les temps pliocéniques sont marqués par des grès et des marnes méotiens ; par des argiles pontiennes, par des sables et des marnes daciens, et par des sables grossiers et des graviers de terrasses levantines.

Partout où, dans les Subcarpathes, ces formations se trouvent en contact avec les massifs de sel, ou avec leur brèche tectonique enveloppante, elles forment soit le toit, soit les flancs des dislocations anticlinales provoquées par l'issue de ces massifs.

On ne connaît aucune localité dans les Subcarpathes roumaines, d'ailleurs très riches en massifs, où le sel serait normalement intercalé entre les couches de n'importe laquelle des formations nummulitiques-néogènes. C'est seulement dans les Subcarpathes silésiennes, qu'on cite l'intercalation d'une couche de sel (30 m. d'épaisseur) dans l'Helvétien ¹.

Les massifs de sel des Subcarpathes roumaines sortent de dessous toutes les formations nummulitiques-néogènes, en les broyant dans leur ascension, dont résulte l'énorme brèche tectonique qu'entourent ces massifs.

Dans ces brèches tectoniques, outre les blocs qu'on identifie facilement comme appartenant aux formations nummulitiques-néogènes, on trouve encore des blocs anguleux et roulés de schistes et de roches cristallines du type carpathique (Subcarpathes méridionales) et dobrogéen (Subcarpathes orientales) et des blocs, parfois des roches entières, de calcaire jurassique-néocomien, pour n'en citer que les plus importants, lesquels appartiennent certainement à l'avant-pays qui formait le soubassement effondré de la dépression subcarpathique.

L'exhaussement, par les massifs de sel, de ces blocs-klippes de roches, appartenant aux formations de l'avant-pays effondré, n'aurait pu avoir lieu si le sel des massifs avait été intercalé normalement entre les couches du Méditerranéen ou du Nummulitique.

Le maximum de l'extension de ces blocs-klippes exotiques, de même que le maximum des apparitions des massifs de sel est compris dans les Subcarpathes méridionales entre les deux fractures qui bordent les Subcarpathes vers les Carpathes et vers la plaine roumaine, et le plateau sarmatien de la Moldavie ; et il coïncide parfaitement avec les parties des avant-pays effondrées pendant la naissance de la dépression subcarpathique, d'âge méditerranéen (transgression burdigalienne).

Dès que le Flysch nummulitique passe des Subcarpathes dans les Carpathes (orientales) il semble que ce maximum passe dans la région de la bordure extérieure et en général dans la zone de développement de la nappe marginale.

Et dans cette zone nous constatons la même position stratigraphique pour les massifs de sel, c'est-à-dire qu'ils apparaissent dans des anticlinaux faillés de dessous les roches de toutes les formations sénoniennes-nummulitiques de la nappe marginale.

1. P. OPPENHEIM. Ueber das Miocæn in Oberschlesien. *Mont. Ber. d. deutsch. Geol. Gesel.*, 1907, n° 2.

R. MICHAEL. Ueber Steinsalz und Sole in Oberschlesien. *Jahrb. d. könig. preus. Geol. Landesanstalt.* XXXIV ; 1913.

Plus à l'intérieur des Carpathes, les massifs de sel, ou les manifestations salines apparaissent au-dessous des formations de plus en plus anciennes et, spécialement dans les Carpathes méridionales, ce sont les couches de Comarnic, aptiennes, qu'on trouve dans le toit de ces massifs.

Mais on peut observer des formations plus anciennes que l'Éocène dans la voûte anticlinale d'un massif de sel, même dans la région subcarpathique à l'W de la Prahova, dès que la nappe du grès de Siriu descend dans les Subcarpathes.

Ainsi, au Sud de Bezdeadu et passant à l'W par Bela-Vf.-Ursului-Cucuteni (dép. de la Dâmbovitza), on remarque un anticlinal fracturé, de direction W-E, dans le noyau duquel, au Sud du village de Bezdeadu et sur la rive gauche de la rivière du même nom, apparaît un massif de sel, dont la brèche tectonique coupe la vallée du Bezdeadu au niveau du village Bela. A l'E de ce village les flancs de l'anticlinal sont formés par le Nummulitique (du type Fuzaru) et par le Méditerranéen ; mais immédiatement à l'W de Bela, dans le noyau de l'anticlinal, apparaissent broyées les couches de Comarnic (aptiennes) portant, sur le versant nord du Vf. Ursului une énorme klippe de calcaire jurassique.

Les couches de Comarnic sont couvertes sur les deux flancs de l'anticlinal par les marnes rouges sénoniennes et par le Nummulitique, lequel supporte vers le Nord le Méditerranéen.

D'ailleurs cette dislocation n'est que la continuation de la fracture marginale de la nappe du grès de Siriu, laquelle à l'W de Berteau-Vulpea, passe immédiatement au Sud de Sotriile, s'enfonce au-dessous de la cuvette synclinale des couches méditerranéennes à Breaza sur Prahova, qu'elle coupe diagonalement, et puis par Provita et Valea Bradului arrive à Bezdeadu-Bela-Cucuteni.

Au point de vue tectonique, nous avons vu que l'apparition des massifs de sel est liée à des fractures profondes dont la tectonique n'est pas toujours en concordance avec celle des couches superficielles.

Le sel des massifs ne sépare en aucun cas les nappes du Flysch, car ce sont seulement les couches burdigaliennes-helvétiques qui s'effilent, écrasées à Slon et à Gura Teghii, sous la bordure chevauchante des nappes du grès de Siriu et du grès de Fuzaru, constituant aussi leur autochtone ; plus loin vers le NE et le N, elles disparaissent complètement, réduites par le laminage.

Le sel des massifs ne forme donc pas l'autochtone des nappes du Flysch, ce qui explique pourquoi ils apparaissent toujours dans des anticlinaux et jamais dans des synclinaux dans la région du

Flysch ; et qui explique encore pourquoi beaucoup de fractures à chapelets de massifs de sel sortant de la zone du Flysch dans les Subcarpathes, gardent les mêmes caractères tectoniques (ligne du massif de Târgu-Ocna, etc.).

D'après tout ce qui a été dit, il semble très probable que *le sel des massifs des Carpathes et des Subcarpathes roumaines, au moins, est antérieur non seulement au Méditerranéen, mais antérieur même à la plus ancienne des formations du géosynclinal carpathique, plus ancien donc que l'Aptien.*

Et en le jugeant d'après les blocs-klippes exotiques, qu'on observe dans la brèche tectonique des massifs, *on peut conclure que le sel des massifs appartient aux formations du soubassement ancien du géosynclinal carpathique et non pas aux formations déposées dans celui-ci ou dans les dépressions consécutives (dépr. subcarpathiques, etc.), dans ce cas, le sel serait plus ancien que le Jurassique-Néocomien des avant-pays, auquel se rattachent les blocs-klippes calcaires.*

En tout cas *si le sel des Subcarpathes et des Carpathes roumaines n'entre pas dans le cadre du grand phénomène de concentration lagunaire permienne, il ne peut plus être attribué au Méditerranéen.* Car il ne faut pas oublier que les restes organiques sur lesquels on s'est basé pour déterminer son âge méditerranéen à Wieliczka et à Bochnia en Galicie, proviennent de la brèche tectonique des massifs et nous avons trouvé dans la brèche des massifs des Subcarpathes roumaines des fossiles appartenant au Nummulitique, à Breaza-Cornu, au Tortonien, à Posezti-Ogretiu, au Sarmatien à Apostolache, et au Dacien à Tintea.

Ce qui a contribué beaucoup encore à faire attribuer un âge méditerranéen au sel de nos massifs, c'est la coïncidence fatale du maximum d'apparitions des massifs de sel dans les Subcarpathes avec le maximum d'extension du faciès lagunaire à gypse et tufs éruptifs de l'Helvétien.

CONTRIBUTIONS A L'ÉTUDE DES CORALLINACÉES FOSSILES

V. LES CORALLINACÉES DU PLIOCÈNE ET DU QUATERNAIRE
DE CALABRE ET DE SICILE RECUEILLIES PAR M. GIGNOUXPAR MADAME **Paul Lemoine** ¹.

PLANCHE III.

Au cours de ses voyages en Sicile et en Calabre, en vue de l'étude des terrains pliocènes et quaternaires, M. Gignoux ² a recueilli un certain nombre de Mélobésiées dans un très bel état de conservation; ces Algues n'ont pu être étudiées à temps pour être mentionnées dans l'importante monographie que M. Gignoux a consacrée à ces régions; elles feront ici l'objet d'une étude spéciale.

Les Mélobésiées ont été recueillies par M. Gignoux en différentes localités, dans des couches d'âge différent, depuis le Pliocène ancien jusqu'aux couches à Strombes du Quaternaire, d'âge post-sicilien.

Étant données les divergences d'idées que plusieurs auteurs ont au sujet de la nomenclature de ces terrains, je rappellerai pour mémoire, dans le tableau suivant, l'opinion adoptée par M. Gignoux que je suivrai ici pour l'étude des échantillons dont il m'a demandé la détermination.

QUATERNAIRE	}	<i>Post-Sicilien</i> (Couches à <i>Strombus</i>).
		Niveau de 60 mètres.
		<i>Sicilien</i> .
PLIOCÈNE	}	<i>Pliocène supérieur</i> Calabrien.
		<i>Pliocène ancien</i> { Astien. Plaisancien.

L'étude des Mollusques a montré à M. Gignoux que pendant le Pliocène et le Quaternaire il s'est produit une variation très importante de la faune des eaux de la Méditerranée. Pendant une première période qui s'étend du début du Calabrien à la fin du Sicilien, de nombreuses espèces d'animaux des régions du Nord se sont introduites dans la Méditerranée où on les trouve associées à une majorité d'espèces méditerranéennes préexistantes.

1. Note présentée à la séance du 16 juin 1919.

2. GIGNOUX. Les formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du Sud et de la Sicile. *Ann. Univ. Lyon*, nouvelle série, I, fasc. 36, xxiv p. + 693 p., 42 fig., 21 pl. Lyon, Paris, 1913.

Puis est venue une période (Couches à Strombes) pendant laquelle les eaux de la Méditerranée étaient, semble-t-il, à une température plus élevée qu'à l'époque actuelle ; un certain nombre d'espèces des côtes d'Afrique ont fait, à cette époque, une courte apparition dans la Méditerranée ; quelques-unes ont pu s'y adapter et y vivent encore de nos jours.

La comparaison des faunes des différents étages du Pliocène et du Quaternaire montre qu'un certain nombre d'espèces ont cessé leur existence avant le Quaternaire ; le nombre de ces espèces éteintes, assez considérable au Pliocène ancien, va en diminuant au Quaternaire, et les couches à Strombes renferment peu d'espèces inconnues à l'époque actuelle.

Je vais passer en revue les diverses espèces de *Mélobésiées* recueillies par M. Gignoux, dont je donne ci-dessous la liste. Cette étude me permettra ensuite de montrer les indications que donnent ces Algues.

	COUCHES A STROMBES.	<i>Lithophyllum solutum.</i>
		<i>Lithophyllum (Dermatolithon) papillosum.</i>
QUATERNAIRE, niv. de 60 m. env.		<i>Lithothamnium fruticosum.</i>
		<i>Lithothamnium Philippii.</i>
	SICILIEN.	<i>Lithothamnium fruticosum.</i>
		<i>Lithothamnium Haucki.</i>
		<i>Lithophyllum racemus.</i>
	CALABRIEN.	<i>Lithophyllum racemus.</i>
		<i>Lithophyllum (Dermatolithon) papillosum.</i>
	PLIOCÈNE ANCIEN.	<i>Lithophyllum expansum.</i>
		<i>Lithophyllum racemus.</i>
		<i>Lithophyllum (Dermatolithon) papillosum.</i>

1. *Lithothamnium Philippii* FOSLIE

Un échantillon recueilli à Capo Colonna près Cotrono, Calabre, dans le Quaternaire (niveau de 60 m. ?) doit être rapporté à cette espèce. En coupe mince ce fragment de croûte montre un hypothalle formé de grandes cellules rectangulaires de 25 à 35 μ . de longueur et 12 à 15 μ . de largeur ; ce tissu est surmonté par le périthalle dont les cellules sont également de grande dimension : 22 à 25 μ . de longueur et 12 à 13 μ . de largeur ; quelques cellules de chacun de ces deux tissus sont figurées (fig. 1).

A l'époque actuelle, *L. Philippii* est connu en divers points de la Méditerranée : Marseille, île Sainte-Marguerite, Corse, Naples, Sicile, mer Adriatique, Grèce, île Tenedos. Les seules localités extra-méditerranéennes sont Tanger et les Canaries.

2. *Lithothamnium Haucki* ROTHPL.

Les couches siciliennes d'Acqua Santa près Palerme ont fourni des restes d'Algues calcaires parmi lesquels l'étude de la structure m'a permis de reconnaître la présence de *L. Haucki*. L'épaisseur de la croûte en section mince est de 1 mm. 600 ; la croûte était composée de l'hypothalle et du périthalle figurés ici (fig. 2).

L'hypothalle est formé de cellules qui atteignent 15 à 22 μ . de longueur à la partie inférieure du tissu, et qui, au contraire, ne dépassent pas 12 μ . vers la partie supérieure ; la largeur, un peu plus grande que dans les coupes décalcifiées des échantillons vivants, atteint ici 10 à 12 μ .

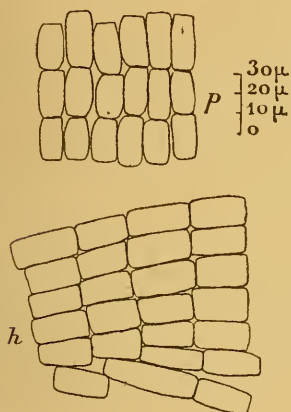


FIG. 1. — Cellules de l'hypothalle (h) et du périthalle (p) de la coupe verticale d'une croûte de *Lithothamnium Philippii*.

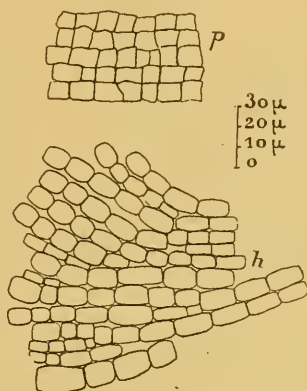


FIG. 2. — Fragment d'une coupe verticale d'une croûte de *Lithothamnium Haucki* du Sicilien d'Acqua Santa. h, hypothalle ; p, périthalle.

Dans les croûtes de *L. Haucki* vivant actuellement en Méditerranée, la structure subit des altérations dues à la présence d'animaux dans les tissus de l'algue ; l'hypothalle est généralement peu développé dans la plupart des échantillons et les membranes des cellules subissent une sorte de décomposition. Dans l'échantillon fossile de Acqua Santa il n'en était pas de même ; l'hypothalle était plus épais que dans les échantillons actuels que j'ai eu l'occasion d'observer jusqu'ici.

Le périthalle est formé de cellules rectangulaires de 8 à 10 μ de longueur et 8 à 12 μ de largeur, disposées en rangées horizontales. Tous ces caractères sont ceux de *L. Haucki*, je crois pouvoir en conclure la présence de *L. Haucki* à l'état fossile.

L. Haucki est à l'époque actuelle presque localisé à la Méditerranée ; on l'a signalé à Banyuls, Monaco, Taormine (Est de la Sicile), en Algérie, en Tripolitaine, dans la mer Adriatique et à l'île Ténédos. La localité de Tanger est la seule où l'espèce ait été recueillie en dehors de la Méditerranée.

3. *Lithothamnium fruticulosum* (Kütz.) FOSL.

PL. III, FIG. 5, 8, 9.

Divers échantillons de cette espèce, peu développés, ont été recueillis à l'état fossile : les uns dans le Quaternaire de Milazzo, province de Messine (Sicile) dans le niveau de 60 mètres ; l'autre dans le Sicilien de Ficarazzi près Palerme.

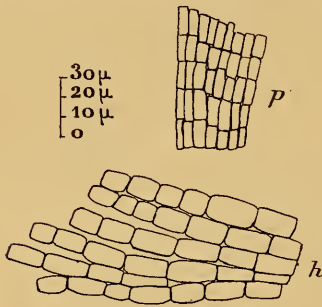


FIG. 3. — Cellules de l'hypothalle et du périthalle d'une section verticale d'une croûte jeune de *Lithothamnium fruticulosum* de Ficarazzi.

L'échantillon le mieux développé, recueilli à Milazzo (fig. 9), a l'aspect d'un petit massif de 3 sur 2 cm., formé de branches courtes, non ramifiées ; d'autres échantillons du même gisement forment sur de petits cailloux des croûtes extrêmement minces avec des ébauches de branches qui n'ont que 2 à 3 mm. de hauteur. L'Algue de Ficarazzi est également à un stade très jeune : les branches n'y sont indiquées que par de petits mamelons de 4 mm. 5 de haut et 2 mm. de diamètre.

La structure a été étudiée sur deux échantillons, l'un très jeune, l'autre adulte.

Une section verticale de l'échantillon de Ficarazzi montre la structure de la croûte de *L. fruticulosum*, composée d'un hypothalle et d'un périthalle ; les cellules de l'hypothalle mesurent 10 à 25 μ . de longueur et 9 à 10 μ . de largeur ; celles du périthalle 7 à 15 μ . de longueur et 5 à 7 μ . de largeur. Dans une section de *L. fruticulosum* adulte de Milazzo, la croûte primaire a disparu ; la section montre la structure des branches qui forment un petit massif ; les cellules y sont de taille plus grande que dans le périthalle de la croûte : leur longueur est de 12 à 20 μ , leur largeur 7 à 12 μ ; elles sont rectangulaire-ovoïdes. Dans son ensemble le tissu est traversé par de nombreuses lignes concentriques délimitant des zones d'accroissement ; on observe aussi dans cette coupe de nombreux conceptacles de 500 à 800 μ . de large et 150 à 200 μ . seulement de hauteur.

A l'époque actuelle *L. fruticosum* vit sur les côtes de Mauritanie, à Tanger, dans la Méditerranée : Marseille, Monaco, Naples, Brindisi, mer Adriatique, Algérie, Tripolitaine, Grèce, île Nisyros ; dans la Mer Rouge, aux Maldives, dans le golfe de Siam, et en Malaisie (Java, Bornéo). Il est probable que les échantillons recueillis dans le Sud de l'Australie appartiennent à une espèce voisine.

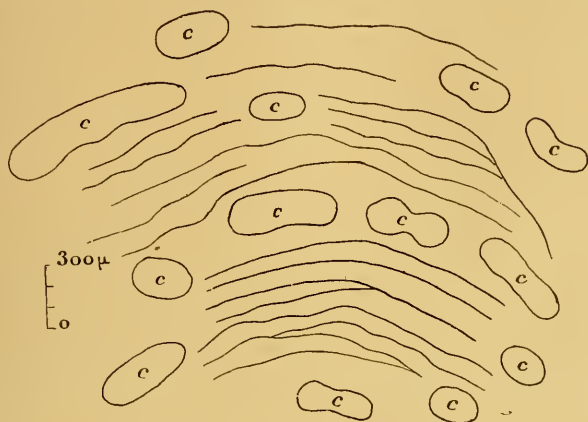


FIG. 4. — Fragment d'une section de branche de *L. fruticosum* de Milazzo montrant de nombreux conceptacles, (c) et des lignes d'accroissement du tissu.

4. *Lithophyllum racemus* (LMK.) FOSL.

PL. III, FIG. 10, 11.

L. racemus, ou une espèce très voisine, a été recueillie par M. Gignoux dans les localités suivantes : *Pliocène ancien* : Fiumara Scopo, près Messine. *Calabrien* : Gravitelli, près Messine ; Monasterace près Reggio, Calabre. *Sicilien* : Acqua Santa près Palerme ; Vergine Maria près Palerme.

Je rapporte à cette espèce encore vivante plusieurs échantillons dont quelques-uns s'éloignent par certains caractères des échantillons actuels que j'ai étudiés¹ ; mais l'espèce actuelle est très peu représentée dans les herbiers de France et une étude plus complète de l'espèce vivante s'impose pour connaître dans quelle mesure ses caractères sont susceptibles de varier.

Deux très petits échantillons fossiles, sacrifiés pour la prépa-

1. M^{me} PAUL LEMOINE. *Calcareous Algae. Rep. on the Danish Oceanogr. Exped. 1908-1910 to the Med. and adj. seas*, II Biology, 1, 30 p., 1 pl., 10 fig. texte. Avril 1915, voir page 15, pl. I, fig. 10.

ration d'une section mince, récoltés à Acqua Santa et à Fiumara Scopo, ont montré le tissu caractéristique de *L. racemus* avec des cellules de même dimension qu'à l'époque actuelle: 12 à 20 μ . de longueur et 7 à 18 μ . de largeur.

L'échantillon de Vergine Maria (Pl. III, fig. 10) est formé de branches de 5 mm. de haut et 6 mm. de diamètre, fixées sur un substratum; l'extrémité de ces branches est usée et décortiquée. Dans une section d'une de ces branches les cellules mesurent 5 à 12 μ . de longueur et 4 à 9 μ . de largeur. A l'époque actuelle *L. racemus* montre des dimensions analogues dans la croûte primaire qui précède la formation des branches; mais le tissu des branches est formé de cellules plus grandes.

Enfin c'est également avec quelque doute que je rapporte à *L. racemus* un échantillon de Gravitelli (Pl. III, fig. 11). L'Algue forme une petite masse de 2 cm. 5 dans laquelle on distingue cinq gros mamelons soudés en leur centre, à peine distincts à la périphérie. Dans les échantillons actuels de Grèce et de Marseille de ma collection, l'Algue forme de petits massifs de 2 à 5 cm. de diamètre formés de branches divergentes. L'aspect de l'Algue de Gravitelli s'éloigne beaucoup par son aspect de ces échantillons actuels pour se rapprocher des espèces actuelles *Porolithon Reinholdi* et *Archæolithothamnium erythraeum*; mais la structure n'a aucun rapport avec celle de ces deux espèces; elle est du même type que celle de *L. racemus* sauf en ce qui concerne la longueur des cellules qui est de 15 à 30 μ . tandis qu'à l'époque actuelle je n'ai pas observé de dimension supérieure à 22 μ . En ce qui concerne l'aspect j'ajouterai que *L. racemus* paraît assez variable à l'époque actuelle puisque d'après Hauck, les échantillons de la mer Adriatique atteignent la grosseur du poing.

Une section mince de Monosterace, montre des cellules de 18 à 30 μ . de longueur et de 9 à 15 μ . de large; elle doit appartenir comme l'Algue de Gravitelli, soit à *L. racemus*, soit à une espèce voisine.

Les organes reproducteurs ont été observés dans deux sections; celle de Fiumara Scopo a montré des conceptacles en forme de rognon de 300 μ . de large; dans celle de Acqua Santa de cavités allongées, de 525 et 575 μ . paraissent être également l'emplacement de conceptacles.

L. racemus a été signalé à l'état fossile par plusieurs auteurs: par Trabucco dans les calcaires d'Acqui et Verna¹ (1908, p. 398),

1. TRABUCCO. Fossili stratigrafia ed eta del calcare di Acqui (Alto Monterrato). *Boll. Soc. geol. Ital.*, XXVII, 1908, p. 337-400, pl. XI-XIV.

dans le Burdigalien de Casentino¹ (1900, p. 716). Solms-Laubach² (1881, p. 18) a reconnu l'identité des échantillons actuels de Naples avec les restes fossiles du Pliocène de Syracuse et de Girgenti en Sicile ; cette indication a été reproduite par Rothpletz (p. 321).

Certains auteurs³ ont pensé que l'espèce désignée par Gumbel sous le nom de *L. pliocœnum* pourrait représenter également une forme fossile de *L. racemus*. — *L. pliocœnum* a été recueilli par Gumbel⁴ (p. 29, pl. 1, fig. 4 a-b) dans les couches du Monte Mario ; par M. Savornin⁵ (p. 161, fig. 5) dans la molasse pliocène du Sahel d'Alger et du cap Figalo près Oran.

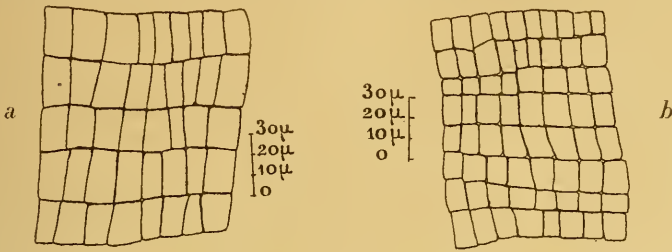


FIG. 5. — Cellules de *L. racemus* : a de Gravittelli ; b d'Acqua Santa.

Je n'ai pas eu l'occasion d'étudier aucun de ces échantillons et les descriptions succinctes des auteurs ne permettent pas toujours de se rendre compte des caractères de ces Algues. D'autre part il me paraît difficile de faire rentrer dans le *L. racemus* un échantillon signalé par Rothpletz⁶ (1891, p. 320, pl. xv, fig. 4, 7, 8, 11, 12, 15) dans les couches miocènes de Las Palmas (Canaries). Dans la section mince figurée par l'auteur on observe le tissu hypothallium, qui est au contraire toujours absent dans les échantillons de *L. racemus*.

A l'époque actuelle *L. racemus* est une espèce commune dans la Méditerranée où elle a été recueillie dans les localités suivantes :

1. TRABUCCO. Fossili stratigrafia ed eta dei terreni del Casentino (Toscana). *Boll. Soc. geol. Ital.*, XIX, 1900, p. 699-721, pl. XI, XII.
2. SOLMS-LAUBACH. Die Corallineen-Algen des Golfs von Neapel. *Fauna und Flora d. Golfs von Neapel*, 1881, IV, 62 p., 3 pl., 1881.
3. FOSLIE (WEBER VAN BOSSE et). Corallinaceae of the Siboga Expedition. *Siboga Expeditie*, LXI, Leyden, 1904, 110 p., 16 pl., 34 fig. (voir p. 76).
4. GUMBEL. Die sogenannten Nulliporen. Erster Theil: Die Nulliporen des Pflanzenreichs (*Lithothamnium*). *Abh. d. k. bay. Akad. d. Wiss.*, cl. II, bd. XI, 42 p., 2 pl. Wien, 1871.
5. SAVORNIN. Note préliminaire sur les *Lithothamnium* des terrains tertiaires d'Algérie. *Bull. Soc. géol. France*, (4), II, p. 158-162, 5 fig., 1902.
6. ROTHPLETZ. Fossile Kalkalgen aus den Familien der Codiaceen und Corallinaceen. *Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges.*, XLIII, heft 2, 1891, p. 295-322, pl. xv-xvii.

Marseille, Corse, Naples, Sicile, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, mer Adriatique, Grèce, île Tenedos ; on la trouve dans des fonds de 10 à 60 m. de profondeur. En dehors de la Méditerranée, elle n'a encore été signalée que dans le golfe de Siam.

5. *Lithophyllum solutum* (FOSL.) LEM.

PL. III, FIG. 1 à 3.

Cette petite espèce a été recueillie par M. Gignoux dans les couches à Strombes de Tarente. Elle se présentait sous l'aspect de petits massifs de 1 cm. seulement de diamètre formés de branches de 1 mm. environ de diamètre, divergeant à partir d'un point central ; l'un d'eux formait une tige de 1 cm. 5 de longueur portant un certain nombre de courtes ramifications.

Dans une section le tissu montre, au faible grossissement des zones concentriques d'accroissement très marquées ; les cellules sont rectangulaires, disposées en rangées, elles atteignent 22 et même 30 μ . de longueur et 7 μ . de largeur. Il y aurait une légère divergence avec les dimensions que j'ai relevées sur des échantillons actuels (13 à 20 μ).

A l'époque actuelle *L. solutum* a été signalée en Mauritanie et en Méditerranée dans les régions suivantes : Monaco, Corse, Naples, Adriatique, Grèce, île Tenedos, île Nisyros, Tripolitaine, Tunisie.

6. *Lithophyllum expansum* PHIL.

PL. III, FIG. 4, 6, 7.

L. expansum a été découvert à Terreti, près Reggio (Calabre) dans le Pliocène ancien.

Elle se présente sous l'aspect de croûtes de 2 cm. à 2 cm. 5 dont la surface est mamelonnée ; l'épaisseur atteint 3^m à 4 mm. au maximum ; l'un des échantillons forme une croûte repliée sur elle-même.

La structure des échantillons est particulièrement bien conservée ; on observe à la partie inférieure d'une coupe verticale, l'hypothalle (fig. 6) formé d'une seule rangée de cellules, et le périthalle dont les cellules occupent toute la hauteur de la section ; les cellules périthalliennes mesurent 12 à 15 μ . de longueur en moyenne et 10 à 17 μ . de largeur ; certaines cellules atteignent 20 et 22 μ . de longueur ; les sections étudiées montraient des

conceptacles vides de 375 à 400 μ de largeur. L'épaisseur des croûtes étudiées était de 1 mm. environ à 1 mm. 7.

L. expansum se trouve encore actuellement en Méditerranée, où il est même très abondant ; il a été recueilli dans les régions suivantes : Espagne (cap de Gate), Baléares ; France : Banyuls ; Italie, Sicile, Algérie, Tripolitaine, ile Tenedos. Cette espèce est également connue dans les régions atlantiques voisines de la Méditerranée : Cadix, Canaries, Tanger, Mauritanie et d'autre part dans le golfe d'Aden.

7. *Lithophyllum* (*Dermatolithon*) *papillosum* (ZANARD.) FOSL.

L. papillosum a été recueilli dans plusieurs localités d'âge différent, depuis le Pliocène ancien jusqu'au Quaternaire. *Pliocène ancien* : Fiumara Scopo, près Messine ; Terreti, près Reggio, Calabre. *Calabrien* : Monosterace, province de Reggio, Calabre. *Sicilien* : Acqua Santa, près Palerme. *Post-Sicilien* : Couches à Strombes ; Sferracavallo, près Palerme.

Dans les sections étudiées, les croûtes ont une épaisseur de 140 à 450 μ suivant les échantillons ; elles sont constituées par la superposition de rangées de cellules. La rangée de base, ou hypothalle, montre des cellules de 30 à 60 μ de hauteur, légèrement obliques par rapport au substratum. Le périthalle est formé d'un nombre variable de rangées suivant l'âge de l'échantillon ; j'ai observé, dans ces échantillons fossiles, des croûtes composées de 3, 8, 10 rangées ; la hauteur des rangées varie entre 10 et 50 μ dans une même coupe de certains échantillons ; dans d'autres la variation de taille est moins considérable, elle oscille seulement entre 25 μ . et 40 μ . ou entre 20 μ et 50 μ . Cette variation dans la dimension des cellules est caractéristique à l'époque actuelle des *Dermatolithon* ; elle est même encore plus considérable puisque les cellules varient de 10 à 60 μ et même de 10 à 80 μ dans une même coupe.

L'une des sections montre des conceptacles vides au milieu du tissu ; ils mesurent 250 à 300 μ de large et 80 μ de hauteur.

L. papillosum n'a jamais été signalé à l'état fossile ; une espèce

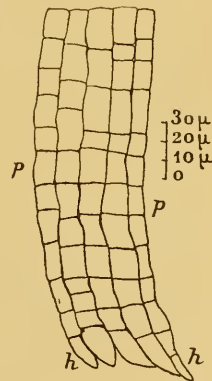


FIG. 6. — Coupe verticale d'une croûte de *L. expansum* de Terreti.

voisine *Lithoph. (Derm.) Dublancqui*¹ a été recueillie à la Martinique, dans les blocs rejetés par la Montagne Pelée, d'âge inconnu; dans cette dernière espèce la variation des cellules est moins grande que dans *L. papillosum*: elles mesurent en effet 20 à 40 μ , surtout 30 à 40 μ .

Une autre espèce de *Dermatolithon* a été signalée au Néogène: *Dermatolithon Lovisatoi* SAMS.² dans le Burdigalien de Sardaigne. L'auteur parle de la présence de rangées concentriques dans l'hypothalle: l'espèce appartiendrait donc aux *Lithophyllum* typiques et non au sous-genre *Dermatolithon*. D'autre part *L. tenuisep-tum* CAPEDE³ (1900, p. 181, pl. VI, fig. 17) du Monte Mario paraît d'après la figure être un *Dermatolithon*; il se différencie de *L. papillosum* par la dimension des cellules (60 μ \times 18 μ) et le décollement des rangées de cellules.



FIG. 7.—Section verticale d'une croûte de *L. papillosum* de Monosterace. h, hypothalle; p, périthalle.

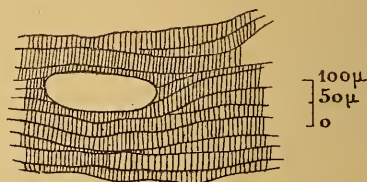


FIG. 8.—Section verticale d'une croûte de *L. papillosum* de Sferracavallo.

A l'époque actuelle *L. papillosum* vit dans la Méditerranée: Banyuls, Antibes, cap Ferrat, près Villefranche (échantillon recueilli par M. R. Dollfus), Monaco, Sardaigne, Algérie, Cyrénaïque, Adriatique, Mer Noire, Timor (archipel Malais).

Elle a été recueillie en France dans la zone littorale, dans la mer Adriatique de 10 à 35 m. de profondeur et à Timor à une profondeur de 27 à 55 m.

Dans les pages précédentes j'ai étudié des échantillons dont j'ai pu faire une étude suffisante dans des sections minces; d'autres espèces paraissent avoir vécu dans ces couches du Pliocène et du Quaternaire de Calabre et de Sicile. Dans des sections faites dans de petits blocs calcaires assez informes du Quaternaire de Milazzo

1. M^{me} PAUL LEMOINE. Contr. à l'étude des Corallinacées fossiles. III. Corallinacées fossiles de la Martinique, p. 274. *B. S. G. F.* [4], XVII, p. 233-279, 1917.

2. SAMSONOFF (M. Caterina). Sopra due alghe calcaree fossili della famiglia delle Corallinacee. *Rend. d. R. Accad. dei Lincei*, XXIII, ser. 5, 2^e sem., fasc. 6, p. 236-243. Rome, 1914.

3. CAPEDE. Contribuzione allo studio dei Lithothamnion terziari. *Malpighia*, t. XIV, p. 172-182, pl. VI, Genova, 1900.

et du cap Colonna et du Sicilien d'Acqua Santa j'ai reconnu la présence d'autres espèces appartenant aux genres *Amphiroa*, *Corallina*, *Lithophyllum* ; mais les fragments observés dans la section mince étaient trop minimes pour qu'il soit possible de faire une détermination spécifique.

CONCLUSIONS.

Les échantillons de Calabre et de Sicile recueillis dans différents gisements pliocènes et quaternaires apportent une contribution importante à la connaissance des Corallinacées fossiles. J'ai résumé dans le tableau (p. 112) le nom des espèces recueillies et l'indication des gisements qui les ont fournies.

Malgré son intérêt ce tableau montre que le nombre d'espèces n'est pas assez grand et qu'elles n'ont pas été recueillies dans un nombre suffisant de localités pour permettre d'établir sur elles des conclusions bien solides.

Cependant un certain nombre de faits se dégagent de cette étude :

1) Toutes les espèces étudiées sont encore vivantes à l'époque actuelle¹. Il m'a paru impossible de les différencier des espèces actuelles ; elles leur ressemblent par leur aspect extérieur autant que par leur structure microscopique. En particulier les espèces recueillies dans le Pliocène ancien ne peuvent être séparées, par aucun caractère, des espèces actuelles *L. Racemus*, *L. expansum*, *L. papillosum*.

Les autres groupes d'êtres fossiles montrent au contraire à l'époque du Pliocène ancien une certaine proportion d'espèces en voie d'extinction qui disparaissent avant la formation des terrains plus récents.

2) Les espèces fossiles de Calabre et de Sicile sont encore des espèces caractéristiques de la Méditerranée actuelle ; mais aucune n'y est confinée ; elles ont dépassé les limites de cette mer et atteignent d'une part les régions avoisinantes de l'Atlantique (Canaries, Mauritanie), d'autre part la Mer Rouge et même l'Océan Indien et la Malaisie ; elles paraissent y être beaucoup plus rares que dans la Méditerranée.

Ces espèces sont donc des espèces de régions tempérées-

1. Au contraire, les Corallinacées de terrains plus anciens, par exemple celles du Miocène inférieur de la Martinique (voir *B.S.G.F.* [4], XVII, 1917, p. 256), rappellent, par certains caractères, les espèces actuelles de la Méditerranée et des Antilles, mais elles s'en distinguent par des caractères trop importants pour qu'il soit possible de les identifier avec elles.

	RÉPARTITION ACTUELLE	GISEMENTS FOSSILES DE CALABRE ET SICILE					AUTRES GISEMENTS FOSSILES
		COUCHES A STRONDES	NIVEAU DE 60 MÈTRES	SICILIEN	CALABRIEN	PLIOCÈNE ANCIEN	
<i>Lithothamnium fruticosum</i>	Méditerranée, Tanger, Mauritanie, Mer Rouge, O. Indien, Malaisie, Australie ?	Milazzo.	Ficarazzi.				
<i>Lithothamnium Haucki</i> ...	Méditerranée, Tanger.		Acqua Santa.				
<i>Lithothamnium Philippii</i> ..	Méditerranée, Tanger, Canaries.	Capo Colonna.					
<i>Lithophyllum expansum</i> ...	Méditerranée, Cadix, Canaries, Tanger, Mauritanie, Aden.					Terreti.	
<i>Lithophyllum racemosum</i> ...	Méditerranée. Siam.						Monte Mario. Sahélien d'Oriental et d'Alger, Burdigalien. Acquilien. Casentino.
<i>Lithophyllum solutum</i> ...	Méditerranée, Mauritanie.						Fiumara Scopo.
<i>Lithophyllum (Derm.) papillosum</i>	Méditerranée. Mer Noire, Malaisie.						Fiumara Scopo. Terreti.

chaudes ; aucune d'elles n'appartient aux régions arctiques. Ces déterminations ne confirment aucunement la découverte qui aurait été faite, dans le Post-Pliocène supérieur de Brindisi¹, c'est-à-dire dans les couches à Strombes, d'une espèce caractéristique des régions arctiques, *Lithothamnium compactum* KJELLM. Je n'ai pas eu communication de la section mince qui a permis à M^{me} Samsonoff de faire cette détermination. Dans un fragment des calcaires de Brindisi dans lequel elle a observé cette espèce, j'ai cru reconnaître la présence de deux espèces recueillies à l'état fossile par M. Gignoux et encore vivantes actuellement en Méditerranée : *Lithothamnium fruticosum* et *Lithophyllum expansum* ; leur structure est identique à celle des espèces actuelles. En particulier *L. fruticosum* montre les mêmes dimensions de cellules qu'un échantillon actuel recueilli récemment à Brindisi par M. Bénard (coll. du Muséum d'Histoire naturelle).

3) Dans l'état actuel de nos connaissances sur les Corallinacées² fossiles il serait très prématuré d'étudier si ces Algues ont subi au Pliocène et au Quaternaire l'influence des courants ou des changements de température qui ont affecté la Méditerranée à ces époques et qui ont modifié la répartition des Mollusques.

On peut noter cependant que l'une des espèces, *Lithophyllum papillosum* paraît indifférente à ces modifications puisqu'elle est représentée à tous les étages depuis le Pliocène ancien jusqu'aux couches à Strombes. On peut remarquer, à un autre point de vue, l'absence d'une espèce méditerranéenne et mauritanienne, *Lithophyllum solutum*, pendant les périodes, dites froides, du Calabrien et du Sicilien, et son apparition avec les couches à Strombes post-siciliennes.

D'autres remarques du même ordre, basées surtout sur des faits négatifs peuvent être faites ; mais il faudrait pour les confirmer avoir des séries fossiles plus complètes et provenant d'autres régions.

4) En terminant je rappellerai que si une dizaine d'espèces fossiles ont été signalées par différents auteurs depuis l'Astien

1. SAMSONOFF ARUFFO (Caterina). Sopra una nuova forma di *Lithothamnium* del Post Pliocène di Brindisi. *Reale Accad. dei Lincei*, vol. XXV, ser. 5a, 2^e sem., fasc. 12. Séance 17 déc. 1916, p. 495-498.

2. Pour donner une idée des lacunes qui existent dans nos connaissances aussi bien pour les espèces fossiles que pour les espèces vivantes, je ferai remarquer qu'aucune des quatre espèces fossiles de la Calabre et de Tarente n'est actuellement connue dans cette région même ; elles ont toutefois été recueillies à Naples ou en Sicile ; d'autre part sur les quatre espèces fossiles de Sicile deux seulement ont été signalées à l'époque actuelle en Sicile même, en des localités d'ailleurs éloignées des gisements fossiles.

jusqu'au Calabrien (couches du Monte Mario, il semble qu'aucune n'ait encore été recueillie, avant cette étude, dans le Sicilien et les couches à Strombes¹. Sur les sept espèces recueillies par M. Gignoux, une seule avait été jusqu'ici signalée à l'état fossile *Lithophyllum racemus*.

J'espère que d'autres échantillons d'Algues fossiles seront rapportés d'autres localités de la région méditerranéenne et viendront compléter les premiers renseignements que les récoltes de M. Gignoux nous fournissent sur l'origine des Corallinacées de la période actuelle.

1. Sauf cependant *L. compactum* signalé par M^{me} Samsonoff, voir plus haut.

EXPLICATION DE LA PLANCHE III

- FIG. 1, 2, 3. — **Lithophyllum solutum** des couches à *Strombus* de Tarente.
 4, 6, 7. — **Lithophyllum expansum** du Pliocène ancien de Terreti près Reggio (Calabre).
 5, 8, 9. — **Lithothamnium fruticulosum** du Quaternaire de Milazzo province de Messine.
 10. — **Lithophyllum racemus**. Vergine Maria, près Palerme (Sicilien).
 11. — Echantillon de Gravitelli, près Messine (Calabrien) appartenant au *Lithophyllum racemus* ou à une espèce voisine.

Tous les échantillons ont été grossis deux fois.

ÉDOUARD BUREAU

NOTICE NÉCROLOGIQUE

PAR A. Carpentier¹.

Le savant professeur du Muséum naquit à Nantes le 20 mai 1830.

Fils de Louis-Marcellin Bureau, armateur, juge au tribunal de commerce, et de Louise-Lucie Rozier, il était l'aîné de cinq garçons. Ses premières années se passèrent dans sa ville natale, où il acheva ses humanités et commença ses études médicales. Entre temps, sa vraie vocation se révélait : il s'adonnait à la botanique et surtout à l'entomologie avec un groupe d'amis nantais, dont plusieurs ont laissé un nom parmi les spécialistes². Toute sa vie, il aimera refaire ces excursions de jeunesse, en compagnie de naturalistes, de ses amis ou de ses élèves, aux marais de l'Erdre, aux îles sablonneuses de la Loire, aux stations du Croizic, de Pen-Bron, de Batz, du Pouliguen ; il aimera leur servir de guide au Muséum de Nantes, dont il était si justement fier³.

A l'âge de vingt-deux ans nous le trouvons à Paris, où il devient fondateur de la Société botanique de France, qu'il aura dans la suite l'honneur de présider plusieurs fois. En 1856, il passe sa thèse de doctorat en médecine ; c'est une étude des *Loganiacées*, avec applications pratiques à la médecine, genre de recherches qu'il continuera et qui lui donnera droit d'entrée à l'Académie de Médecine, en 1901⁴. Le choix du sujet indique des tendances de plus en plus marquées vers l'étude des sciences naturelles. Dès lors, il s'y consacre entièrement.

En Sorbonne, où il a pour maîtres Hébert, Payer et Milne-Edwards et pour condisciples Jules Gosselet, alors préparateur de géologie et Paul Bert, il passe ses examens de licence es

1. Notice nécrologique présentée à la séance du 28 avril 1919.

2. Voir à ce sujet l'article nécrologique de M. H. LECOMTE, dans la *Revue générale des Sciences* du 28 février 1919. — Discours prononcés aux obsèques de M. Ed. BUREAU, par MM. P.-A. DANGEARD, H. LECOMTE et Edmond PERRIER. *Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle*, 1919, n° 1.

3. Cf. *Bull. Soc. Sc. nat. de l'Ouest de la France*, t. III, 1893, p. 1-35 et *Comptes rendus. Congrès des Sociétés savantes*. Section des Sciences, 1909, p. 387-392.

4. De la famille des Loganiacées et des plantes qu'elle fournit à la médecine. Paris, 1856, in-4°, 67 figures sur bois.

sciences naturelles et conquiert, en 1858, le titre de docteur ès sciences par une thèse très remarquée sur les *Bignoniacées* ¹.

Dès 1859, il devient membre de la Société géologique de France et, cette même année, le Bulletin publie sa première note sur le *Dévonien de Bretagne*. Il s'intéresse donc à la fois à la botanique et à la géologie, mais bientôt, sous l'influence de son maître, Adolphe Brongniart, sans abandonner jamais la botanique, il commence ses recherches et ses études de paléophytologie. Nommé aide-naturaliste, en remplacement de Tulasne, au Muséum (1872), il devient, deux ans après, professeur titulaire de la chaire des de Jussieu (classification et familles naturelles), fonction qu'il exerça trente et un ans.

La connaissance approfondie des flores actuelles, même des flores exotiques, que possédait Edouard Bureau, semblait le prédisposer à entreprendre l'étude des flores tertiaires ou quaternaires. Cependant, il ne nous a laissé que quelques notes, soit sur la *flore éocène du Bois-Gouët (Loire-Inférieure)*, soit sur la *flore fossile du Calcaire grossier parisien*.

Chaque année il revenait, au temps des vacances, à Nantes où il avait des attaches si profondes et où il s'était marié en 1858, à sa maison de campagne de Cop-Choux, à proximité des gisements fossilifères de Mouzeil (Loire-Inférieure) et non loin des autres gisements houillers de la basse Loire. Les empreintes recueillies durant de longues années, en compagnie de son frère Louis, directeur du Muséum de Nantes, constituent la base de son œuvre fondamentale en paléobotanique : *Les flores fossiles du bassin de la basse Loire (1913-1914)*.

STRATIGRAPHIE. — Au point de vue stratigraphique, on doit lui attribuer le relevé du Carbonifère dans toute l'étendue du bassin de la basse Loire et la distinction de six niveaux paléontologiques, caractérisés par leur flore :

1) Le *Dévonien supérieur* : schistes d'Ancenis à *Cephalotheca* et *Psilophyton*.

2) Le *Culm* (ou Grauwacke) *inférieur* à *Rhodea Hochstetteri*, de Montjean et Chalonnes.

3) Le *Culm* (ou Grauwacke) *supérieur* à nombreuses empreintes de plantes filicoïdes : *Calymmatotheca Dubuissoni*, *Zeilleria moravica* ; à nombreux *Lepidodendron* et *Ulodendron*. C'est le niveau à combustible du bassin de la basse Loire : Teillé-Mouzeil (Loire-Inférieure) ; Chalonnes, Saint-Aubin-de-Luigné (Maine-et-Loire).

1. Monographie des Bignoniacées ou histoire générale et particulière des plantes qui composent cet ordre naturel. Paris, Baillière ; 1 vol. texte, 214 pages ; 1 vol. atlas, 31 planches.

4) Le *Westphalien inférieur* à *Sphenopteris artemisiæfolioides* et *Cordaites*, de Rochefort (Maine-et-Loire) et de Teillé (Loire-Inférieure).

5) Le *Westphalien moyen* à *Nevropteris gigantea* et *Cordaites principalis*, qui constitue un petit bassin subordonné à l'Écoulé en Saint-Laurent-du-Mottay (Maine-et-Loire).

6) Le *Stéphanien* à *Megalopteris Virleti*, reconnu à Minières et Saint-Georges-Chatelais (Maine-et-Loire) et en discordance sur le Culm.

La « Description géologique du bassin de la basse Loire¹ » est, en quelques pages, la mise au point et la synthèse de toutes les connaissances acquises sur la structure des synclinaux d'Ancenis et de Teillé-Mouzeil. Elle est due à l'intime collaboration du paléontologiste et du géologue, à Edouard Bureau et M. Louis Bureau.

PALÉOBOTANIQUE. — La « Description des flores fossiles », surtout celle qui concerne le *Culm supérieur*, est une œuvre fondamentale pour la géologie de la Bretagne et pour l'étude du Culm, voire même des flores carbonifères en général. Grâce à ce mémoire, nous possédons l'histoire complète, et reprise vers ses origines, de notre flore carbonifère².

Dévonien. — L'intérêt des études sur les flores dévoniennes va croissant, au fur et à mesure que le nombre augmente des Ptéridospermées ou Cycadofilicinées reconnues dans le Carbonifère : le problème se pose de leur origine. Edouard Bureau nous a laissé la description détaillée de quatorze espèces du Dévonien de la basse Loire, certaines à affinités marquées vers le Carbonifère (ex. : *Sphenophyllum involutum n. sp.*) ; d'autres à tendances dévoniennes (genre *Barrandeina*). Les pages consacrées à la description de fructifications du genre *Cephalotheca* et à la revision des empreintes de *Psilophyton* sont d'un grand intérêt scientifique.

Culm inférieur. — La flore du *Culm inférieur* se montre peu riche, relativement à celle de la *Grauwacke supérieure*. Edouard Bureau y signale onze espèces, dont plusieurs déjà reconnues par Vaffier dans la *Grauwacke* du Mâconnais : *Bothrodendron Depereti*, *Lepidocladus Fuisseensis*.

Culm supérieur. — Mais la partie la plus importante est, sans conteste, celle qui traite de la flore du *Culm supérieur* et qui comprend la description de 70 espèces ou variétés, dont 19 es-

1. Bassin houiller de la basse Loire. Fasc. I. ch. III, p. 337-404, 1910 ; 1 carte géologique du Bassin ; 7 coupes, avec texte explicatif.

2. Bassin de la basse Loire. Fasc. II. Description des flores fossiles ; 417 pages : 80 planches, 1913-1914.

pièces nouvelles et 3 types génériques nouveaux. L'état de conservation des échantillons permet à l'auteur de reprendre les descriptions de Stur, en ajoutant des détails d'organisation; l'érudition profonde d'Edouard Bureau, très au courant des derniers détails de la bibliographie, et sa connaissance des espèces-types du Muséum, l'autorise à établir des rapprochements et des comparaisons avec les formes déjà connues. On trouvera dans son travail l'analyse savante des traits caractéristiques des espèces et de même les moyens pratiques, que connaît seule la longue expérience, de déterminer ces *Sphenopteris* si délicats, à frondes si découpées du Carbonifère inférieur. Il répartit ces diverses *Sphenoptéridées* en familles, sans omettre la juste part qui revient aux *Ptéridospermées*. En cela, il se montre averti des dernières découvertes de la paléobotanique. Les pages qu'il consacre à l'étude des *Ptéridospermées*, à leurs fructifications, à leurs cupules séminifères et à leurs graines (genre *Zeilleria*, genre *Calymmatotheca*, genre *Aneimites*, genre *Rhabdocarpus*, genre *Hexagonospermum*) sont parmi les plus remarquables et les plus instructives de son mémoire¹.

Les *Lepidodendrées*, si nombreuses et variées à ce niveau dans la basse Loire, sont décrites et représentées, la plupart sous leurs divers états de conservation (genre *Knorria*, genre *Syringodendron*, genre *Lyginodendron*). L'auteur signale la découverte de nouvelles espèces de *Lycopodites* et d'une *Lepidodendrée* arborescente, voisine des *Lepidodendron*, mais qui, par la forme particulière de ses feuilles, devient l'espèce-type d'un genre nouveau, genre *Thaumasiodendron*.

Aux *Sphenophyllées* se rattache une forme de *Sphenophyllum*, bien distincte des espèces du Culm (*Sph. tenerrimum*, *Sph. trichomatosum*), par la taille de ses feuilles rappelant celles des *Cordaites*; aux *Calamariées* sont attribués des épis nouveaux de genre *Bornia* et de genre *Calamostachys*, de nouvelles espèces de *Calamites* et d'*Arthropitys*.

Westphalien. — Les gisements *westphaliens*, dont les affleurements sont clairsemés, ont fourni cependant une trentaine d'espèces, dont une espèce nouvelle de *Sphenophyllum* à tendances permienues, le *Sph. Teilleense*.

Stéphanien. — Du *Stéphanien* Edouard Bureau a repris la description du *Megalopteris Virleti* BRONGT. *sp.*, mais il a également signalé au cours de son travail, dans des gisements de Maine-et-Loire, des *Pecopteris* (*Cyatheites*) à affinités stéphanienues.

1. E. BUREAU. *Op. cit.*, 1914, p. 22; p. 249-296; p. 319-326.

Dès son apparition, ce mémoire fut signalé à l'attention des paléobotanistes par le regretté René Zeiller. On ne peut mieux faire que de renvoyer le lecteur à son compte rendu bibliographique, l'un des derniers qu'il ait écrits, et pour l'un de ses bons amis¹.

Edouard Bureau s'est éteint à Paris, le 14 décembre 1918, entouré de la vénération de sa nombreuse famille et de l'estime profonde de tous ceux qui le connurent, surtout de ceux « qui vécurent avec lui dans un contact assez intime pour mieux comprendre toute la grandeur d'une vie consacrée à la science et au bien² ». C'est que ses qualités de cœur égalaient la distinction de son esprit et, s'il a toute sa vie travaillé aux progrès de la science, il n'a cessé de coopérer activement à toutes les œuvres de bienfaisance dans sa paroisse de Saint-Louis-en-l'Île, où son souvenir est religieusement conservé.

LISTE DES PUBLICATIONS D'ÉDOUARD BUREAU.

1859. Note sur l'existence du Dévonien supérieur en Bretagne. *B.S.G.F.*, (2), XVI, p. 862-863.
1860. Note sur l'existence de trois étages distincts dans le terrain dévonien de la basse Loire. *Ibid.*, (2), XVII, p. 789-796 ; 1 figure.
1861. Observations sur le terrain dévonien de la basse Loire. *Ibid.*, (2), XVIII, p. 337-340.
1866. Note sur les plantes fossiles du dépôt houiller de la Rhune (Basses-Pyrénées). *Ibid.*, (2), XXIII, p. 846-850 ; pl. xiv.
1875. Les sciences naturelles à Nantes. *Ass. Fr. Av. Sc.*, Congrès de Nantes, 20 août 1875 ; p. 1333-1334.
1880. Coupe du terrain dévonien et anthracifère de la basse Loire. *B.S.G.F.*, (3), VIII, p. 278-279.
1881. Prémices de la Flore éocène du Bois-Gouët (Loire-Inférieure). *Ibid.*, (3), IX, p. 286-293 ; pl. v.
- La géologie des environs de Fontainebleau au point de vue de la géographie botanique. *Bull. Soc. Bot. de France*, XXVIII, p. vii-xv.
1883. Recherches sur la structure géologique du bassin primaire de la basse Loire. *B.S.G.F.*, (3), XII, p. 165-179 ; 1 coupe.
1884. Sur la présence de l'étage houiller moyen en Anjou. *C.R.Ac.Sc.*, XCIX, p. 1036-1038.
1885. Sur la présence du genre *Equisetum* dans l'étage houiller inférieur. *Ibid.*, C, p. 73-76.
1886. Etude sur une plante phanérogame (*Cymodoceites parisiensis*) de l'ordre des Naïadacées, qui vivait dans les mers de l'époque éocène (Arthon). *Ibid.*, CII, p. 191-193.
- Sur la formation des bilobites à l'époque actuelle. *Ibid.*, CIII, p. 1164-1167.

1. R. ZEILLER. *Bull. Soc. Bot. de France*, t. LXII, 1915, p. 195-198.

2. Extrait de son discours prononcé au nom du Muséum (Botanique), à la mort d'Adolphe Brongniart. *Bull. Soc. Bot. de France*, t. XXIII, 1876, p. 68.

1887. Sur l'origine et le mode de formation des bilobites striés. *Ibid.*, CIV, p. 405-407 et CV, p. 73-76.
1888. Etudes sur la flore fossile du calcaire grossier parisien. *Mémoire publié par la Société Philomathique*, à l'occasion du centenaire de sa fondation, p. 233-264 ; pl. xxii, xxiii, Paris ; Gauthier-Villars.
1890. En coll. avec L. BUREAU. Carte géologique à 1/80,000, feuille d'Ancenis.
1891. En coll. avec L. BUREAU. Notice explicative sur la feuille géologique d'Ancenis. *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest de la France*, I, p. 54-67.
1892. Sur la présence d'une Araliacée et d'une Pontédériacée fossiles dans le calcaire grossier parisien. *C. R. Ac. Sc.*, CXV, p. 1335-1337.
1893. E. BUREAU et PATOUILLARD. Additions à la flore éocène du Bois-Gouët (Loire-Inférieure). *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest de la France*, III, p. 261-269 ; pl. vi.
1895. La géologie des environs d'Ancenis dans ses rapports avec l'agriculture. St-Brieuc, chez R. Prud'homme, in-8°, 20 pages.
1897. Etude sur l'origine et la formation des sables de la Loire. *Soc. d. l. Loire navigable*, 4^e congrès tenu à Tours.
1900. Listes de végétaux houillers in L. BUREAU : Notice sur la géologie de la Loire-Inférieure. Extrait de *Nantes et la Loire-Inférieure*, III, p. 260 à 296.
1904. Le terrain houiller dans le Nord de l'Afrique. *C.R.Ac.Sc.*, CXXXVIII, p. 1629-1631.
1906. Sur une Lépidodendrée nouvelle, *Thaumasiodendron andegavense*, du terrain houiller inférieur de Maine-et-Loire. *Bull. Soc. Et. Sc. Angers*, p. 147-167 ; 6 figures.
1908. En coll. avec L. BUREAU, L. DAVY et A. DUMAS. Compte rendu. Réunion extraordinaire Soc. géol. de France à Nantes, Chalonnnes et Chateaubriant. *B.S.G.F.*, (4), VIII, p. 593-680 ; plusieurs coupes.
- En coll. avec L. BUREAU. Le bassin dévonico-carboniférien de la basse Loire in : *Livret-Guide*. Nantes, A. Dugas et C^{ie}, p. 17-48 ; 2 cartes.
- Listes de végétaux fossiles. *Ibid.*, p. 43-46.
1910. Bassin houiller de la basse Loire. Fasc. I. Histoire des concessions. Pièces justificatives. Description géologique. *Etudes des gîtes minéraux de la France*, 337 pages ; 1 carte géologique du Bassin, 10 figures dans le texte.
1911. Sur la flore dévonienne du Bassin de la basse Loire. *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest d. l. France*, (3), I, p. 1-41 ; pl. i-iv.
1914. Bassin de la basse Loire. Fasc. II. Description des flores fossiles. *Etudes des gîtes minéraux de la France*, 417 pages, 3 fig. dans le texte ; 80 planches. 1913-1914.
- Appendice à la flore fossile de la basse Loire. *B.S.G.F.*, (4), XIV, p. 116 ; pl. II.

DAVID MARTIN

NOTICE NÉCROLOGIQUE

PAR **W. Kilian**¹.

Avec David Martin, et après son ami François Arnaud de Barcelonnette, disparaît une des figures les plus originales et les plus sympathiques qu'aient connues les géologues qui ont parcouru les Alpes françaises depuis un demi-siècle.

Né en 1842 à Saint-Jacques en Valgodemar (Hautes-Alpes), notre confrère avait passé une partie de sa jeunesse comme berger dans les pâturages de l'un des coins les plus reculés du Dauphiné méridional. Les souvenirs de cette partie de sa vie ont été récemment retracés par lui d'une façon émouvante dans la *Revue du Club alpin français*, sous le titre d'*Une vie de berger*. Notre ami avait gardé de cette fréquentation prolongée des solitudes de l'Alpe et de la contemplation des glaciers et des neiges étincelantes des sommets, un goût très vif pour l'étude des grands phénomènes géologiques, une attention toujours en éveil pour tout ce qui se rattachait à ses chères Hautes-Alpes.

Une rencontre avec Charles Lory orienta définitivement vers la géologie la curiosité et les recherches du jeune pâtre. Devenu plus tard, grâce à un travail opiniâtre, successivement élève de l'École normale d'instituteurs à Gap, répétiteur aux collèges d'Embrun et de Gap, puis professeur au collège de Gap ensuite transformé en lycée, et admis à la retraite en octobre 1894, il se consacra pendant de longues années et jusqu'à sa mort, à l'exploration des formations glaciaires et fluvio-glaciaires du bassin de la Durance qu'il parcourut pédestrement en tous sens depuis les pics les plus élevés et les cirques glaciaires jusqu'aux plaines caillouteuses de la Crau.

On lui doit notamment l'importante démonstration de l'origine briançonnaise des dépôts glaciaires des environs de Gap et du col Bayard, en contradiction absolue avec l'opinion alors accréditée de Rozet qui attribuait ces formations à un glacier du Champsaur, ainsi que la découverte d'un horizon supérieur (Marnes noires à débris de Poissons) dans le Nummulitique supérieur du Dévoluy.

Il publia aussi de curieuses et suggestives observations sur la

1. Notice nécrologique présentée à la séance du 28 avril 1919.

« marche rétrograde » de la végétation dans les Hautes-Alpes, signala un gisement de schistes houillers près de Saint-Étienne-d'Avançon, et découvrit d'intéressants dépôts marins néogènes dans la grotte de Régalon (Vaucluse).

Adversaire impénitent de la notion des glaciations successives dans laquelle le géologue de Gap affectait de voir une importation allemande, l'autodidacte dont il représentait un type remarquable s'est toujours refusé, parfois contre l'évidence même, à admettre la pluralité des invasions glaciaires dans nos vallées alpines et à tenir compte de toute la série des conséquences qui en découlent ; cette répugnance pour les acquisitions récentes les plus positives de la science l'a malheureusement souvent empêché de tirer de ses observations minutieuses et prolongées tous les résultats qu'elles comportaient.

David Martin laisse de nombreux (plus de 70) écrits sur les sujets les plus variés¹ :

Les blocs erratiques, les dépôts morainiques et les alluvions du bassin de la Durance, « l'Oucane » de Chabrières, les entonnoirs (« Chouruns ») du Dévoluy, sur plusieurs stations préhistoriques et romaines du Gapençais et du Diois, sur les tufs (craies lacustres) à coquilles terrestres des Sérigues, sur les gisements de spilite, sur l'Embrunais, sur la marche rétrograde de la végétation dans les Hautes-Alpes, sur les gypses et leur origine, sur les grottes de Sigottier, les sources des environs de Gap, le cañon de Régalon (Vaucluse), sur les dépôts marins, sur la Crau, la Camargue, le Quaternaire de la vallée du Var, les tufs quaternaires du Queyras, les « Peyroulets », le bassin du Pignon, la Moraine de Levens (Alpes-Maritimes), etc.

La plupart de ses mémoires ont été publiés dans le *Bulletin de la Société d'Études des Hautes-Alpes*, dont il fut un des fondateurs ; ils renferment une foule de constatations intéressantes qui mériteraient grandement d'être dégagées des vues théoriques très spéciales dont les a entourés l'auteur. Le dépouillement consciencieux et critique de l'œuvre du modeste géologue alpin que fut David Martin² mettrait certainement en valeur la riche moisson d'observations nouvelles dues à sa sagacité et auxquelles il n'a manqué qu'une interprétation plus conforme aux progrès de la géologie actuelle et aux dates actuellement admises par tous ceux qui s'occupent de l'histoire des temps pléistocènes.

1. La liste complète, dressée pour le « Répertoire de Géologie alpine » en préparation au Laboratoire de Géologie de l'Université de Grenoble, sera publiée ultérieurement.

2. Ce travail a été entrepris par M. Gustave Tardieu, de Sisteron, qui rendra ainsi un grand service à la mémoire du géologue de Gap et à la géologie du bassin de la Durance.

A côté de ses travaux sur le terrain, Martin s'est occupé activement du Musée de Gap, dont il fut le conservateur. Il a été l'un des promoteurs les plus agissants de sa création et de son installation dans un vaste et agréable édifice spécialement construit à cet effet au milieu du jardin public de la ville.

Il disposa avec amour, dans cette maison qui était un peu la sienne, les collections locales d'Ornithologie, de Géologie, de Minéralogie, les riches séries d'objets préhistoriques, ainsi que les produits anciens de l'industrie locale, les meubles et ustensiles du passé dont il était le conservateur et quelques œuvres d'art qu'il avait pu réunir, arrivant ainsi à réaliser un groupement du plus haut intérêt pour sa province. Au moment où la mort l'atteignit, il organisait encore une salle de l'Alpinisme qui devait compléter d'une façon très heureuse ce musée, son « cher musée ». Cet établissement constitue certainement une des curiosités les plus instructives de la ville de Gap et fait le plus grand honneur à celui qui a contribué au prix de tant d'années d'efforts à en doter le département des Hautes-Alpes.

Ceux de nos confrères que leurs travaux appelaient dans le Gapençais ont toujours trouvé auprès de David Martin un accueil cordial et plusieurs d'entre nous un dévouement vraiment touchant et une obligeance inépuisable ; pour Ch. Lory, son premier maître, pour MM. Haug, P. Lory, Martel, pour François Arnaud et pour moi-même, il fut un compagnon fidèle et toujours un guide précieux. Ceux qui l'ont connu garderont un souvenir ineffaçable de cette nature simple et affectueuse, de cet homme « au cœur d'or », de ce haut-alpin dont la loyale franchise, l'enthousiasme demeuré juvénile, l'imagination toute méridionale, la personnalité pleine d'originalité, le pittoresque langage et le charme savoureux avaient su gagner l'amitié et l'estime de tous.

Sa mémoire mérite d'être honorée et pieusement conservée par la ville de Gap où il fut si populaire et qui lui doit la réunion de documents d'un grand intérêt pour l'histoire et la géologie locales ; elle le sera également par notre Société et par les nombreux géologues qui ont bénéficié de sa connaissance si parfaite de la région durancienne.

Ses obsèques ont eu lieu le 27 septembre 1918 dans la cathédrale de Gap ; M. l'inspecteur d'Académie de cette ville et M. Chauvet, président de la Société d'Études des Hautes-Alpes, ont exprimé à cette occasion, dans deux remarquables allocutions, les ardentes sympathies et la considération qu'emporte avec lui ce modeste qui a pendant toute sa vie « placé au-dessus de tout la vision du travail, du devoir et celle de l'honneur ».

V. COMMONT

NOTICE NÉCROLOGIQUE

PAR LE GÉNÉRAL **L. de Lamothe**¹.

Victor Commont, directeur d'école annexe à l'École normale d'Amiens, collaborateur auxiliaire du Service de la Carte géologique, et notre confrère depuis 1915, est une victime de la guerre. Chargé par le Ministre de l'Instruction publique de parcourir les régions évacuées par l'ennemi au début de 1917, pour étudier les fouilles et tranchées qui y avaient été exécutées, il s'était, quoique déjà très souffrant, consacré à cette mission, avec toute l'activité et le zèle qui le caractérisaient, rapportant de chacune de ses explorations des documents précieux au point de vue archéologique et géologique. C'est dans une course entreprise au mois de novembre 1917 qu'il contracta le germe de la maladie qui devait l'emporter. Il n'était pas encore rétabli au mois de mars 1918, au moment où le bombardement d'Amiens l'obligea à se réfugier à Abbeville avec sa famille ; le voyage, qui s'accomplit dans des conditions particulièrement difficiles et presque tragiques, aggrava son état, et le 4 avril il rendait le dernier soupir.

La mort de Commont est une grande perte pour la science ; il lui consacrait depuis de longues années tous ses loisirs, et avait acquis une connaissance complète du Quaternaire et surtout de l'archéologie préhistorique du bassin de la Somme et des régions voisines. Pénétré, dès le début de ses recherches, de la nécessité de la précision dans les études de cette nature, il chercha à obtenir exactement les altitudes des différents niveaux de l'industrie humaine et des couches qui les renfermaient, et il entreprit, à l'aide d'un appareil portatif, une série de sondages qui lui permirent de déterminer la composition et le profil longitudinal de la nappe de comblement actuelle. Les travaux qu'il a publiés, et que l'on peut citer comme un modèle de netteté et de précision minutieuse, lui survivront, car c'est grâce à eux que l'on connaît aujourd'hui, d'une façon à peu près certaine, la constitution des anciennes nappes alluviales de la Somme et la succession de leurs niveaux archéologiques et paléontologiques. Les coupes que Commont a relevées auront d'autant plus de valeur dans

1. Notice nécrologique présentée à la séance du 28 avril 1919.

l'avenir, que, sur un grand nombre de points, les sablières où elles ont été prises ont été complètement exploitées ou bouleversées. Il serait désirable, dans l'intérêt de la science, que ses notes et manuscrits, parmi lesquels doit se trouver une étude sur la basse terrasse de la Somme qu'il venait de terminer à la fin de 1917, soient utilisés, et que ses précieuses collections ne soient pas dispersées.

Né à Buire-Courcelles, près Péronne, le 28 juin 1866, Commont, dès l'âge de dix-huit ans, obtenait le diplôme du brevet supérieur et était nommé instituteur adjoint à Amiens. Admis au professorat des Sciences en 1894, il était, en 1895, nommé directeur d'école annexe à l'École normale d'Amiens, fonction qu'il conserva jusqu'à sa mort. Au début, il s'était adonné à la botanique, mais, à partir de 1903, séduit par l'intérêt que présentaient au point de vue géologique et archéologique les carrières de Saint-Acheul et de Montières, il se consacra entièrement à leur étude, suivant journallement les travaux d'exploitation et notant avec un soin et une patience admirables les niveaux, où étaient recueillis des outils ou des fossiles.

Ses premières publications qui datent, je crois, de 1905, eurent surtout pour objet la description des gisements préhistoriques de ces carrières et la classification de leurs différents niveaux industriels; elles renferment néanmoins quelques observations intéressantes au point de vue géologique et notamment la preuve de l'existence d'*Elephas antiquus* à la base de la terrasse de Montières, sous les graviers qui renferment *El. primigenius*. Mais Commont ne tarda pas à reconnaître que pour préciser la position dans la série quaternaire des divers niveaux d'Amiens, il était indispensable d'étendre les recherches à toute la vallée de la Somme et même aux vallées voisines, et, dès 1910, il publiait simultanément trois mémoires importants sur les gisements paléolithiques d'Abbeville, sur les tufs et tourbes de la Somme et sur les anciennes terrasses de la vallée. C'est au cours de ces nouvelles explorations qu'il put se procurer les résultats du sondage du Hourdel, dont l'intérêt est capital au point de vue de l'histoire de l'évolution de la vallée, et qui avait passé inaperçu. En se basant sur l'ensemble des sondages effectués dans la basse vallée, il crut pouvoir admettre que le profil du lit du maximum d'érosion correspondant à l'abaissement de la ligne de rivage à 28 m. au-dessous du niveau actuel de la mer au Hourdel, était une ligne droite. D'autre part, la coupe de Menchecourt ayant depuis longtemps disparu, la seule donnée certaine qu'il estimait pouvoir être dégagée des observations

anciennes, était la présence d'outils chelléens dans les graviers de la terrasse ; celle-ci devait par suite être du même âge que la terrasse de Saint-Acheul, et, comme les altitudes de ces deux terrasses au-dessus du lit du maximum d'érosion paraissaient identiques, Commont en concluait logiquement que les anciennes nappes alluviales de la Somme étaient parallèles à ce lit ; elles plongeaient donc toutes vers l'aval, plus rapidement que le lit actuel, et la nappe de Montières, en particulier, disparaissait sous la tourbe en approchant d'Abbeville.

J'ai développé les objections que soulevait cette interprétation, et montré que la présence d'outils chelléens à Menchecourt pouvait s'expliquer également dans l'hypothèse du parallélisme des terrasses et du lit actuel. J'ajouterai que dans une de ses dernières lettres, notre confrère, en me faisant part de ses nouvelles recherches, paraissait disposé à se rallier à cette théorie, et je suis convaincu que si l'excursion que nous avions projeté d'entreprendre ensemble à Abbeville au printemps de 1918 avait pu avoir lieu, l'accord se serait fait sans difficulté sur le seul point qui nous séparait, la constitution de la terrasse de Menchecourt.

Pendant les années 1911 à 1914, Commont fit paraître une série d'études sur le Moustérien à faune chaude du Nord de la France, sur les limons belges et étrangers, sur la chronologie des industries préhistoriques, sur les alluvions pliocènes de la haute forêt d'Eu, sur les Éléphants quaternaires d'Amiens et enfin sur les hommes contemporains du Renne dans la vallée de la Somme. Dans ce dernier ouvrage, remarquablement illustré, un chapitre est consacré à l'étude de la topographie de la vallée de la Somme et du littoral de la Manche, pendant le Quaternaire.

La guerre n'interrompt pas l'activité de Commont, et dès 1916 il publiait trois notes concernant les sépultures romaines et gauloises découvertes à Amiens et dont il avait lui-même dirigé les fouilles, le Quaternaire du canal du Nord, et le poudingue landénien de Terramesnil. En 1917, trois autres notes présentées à l'Académie des Sciences mirent en évidence trois faits importants : le passage de l'Oise par la vallée de la Somme, prouvé par la découverte de galets ardennais dans les terrasses d'Amiens, l'affaissement d'au moins deux mètres subi par le lit tourbeux de la basse Somme, postérieurement à l'époque gallo-romaine, et l'assimilation à des débris de cuisine des coquilles marines trouvées sur les *Croupes*. Enfin, deux notes publiées dans le Bulletin de la Société exposaient brièvement les résultats d'une exploration faite dans les tranchées de l'armée britannique, où l'on avait découvert un squelette de Mammouth, et ceux d'une étude sur les limons quaternaires de la Somme.

C'est pendant cette dernière période de sa vie, que Commont obsédé de la pensée que les gisements de Saint-Acheul, uniques probablement dans le monde, étaient voués à une destruction prochaine, entreprit auprès de la municipalité d'actives démarches pour faire acheter par la Ville une partie des anciennes carrières Bultel où se trouve une coupe complète de la terrasse de 30 m. Ces démarches aboutirent en 1916, et l'achat fut décidé en principe. J'ignore s'il a été effectué ; mais, dans ce cas, il faudrait qu'il fût suivi, comme le demandait d'ailleurs Commont, d'un classement de la carrière, parmi les *monuments historiques* ; car, c'est à cette condition seulement, que celle-ci pourra être mise définitivement à l'abri de toute tentative d'exploitation. Ce classement permettrait, en outre, de rappeler aux générations futures le souvenir du savant modeste qui, après avoir consacré tous ses loisirs à l'étude du Quaternaire et des industries préhistoriques du bassin de la Somme, est mort prématurément, victime de son zèle et de son dévouement à la Science.

LISTE DES PRINCIPAUX OUVRAGES DE COMMONT.

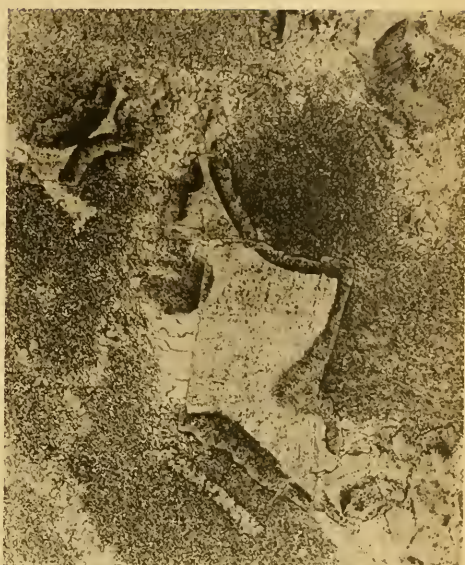
- 1905 à 1910. Les gisements préhistoriques de Saint-Acheul et de Montières. Notes de préhistoire publiées dans le *Bull. Soc. linnéenne* (réédit. Amiens, 1911).
1908. Fouilles récentes exécutées dans la vallée de la Somme. *C. R. A. S.*
1909. Saint-Acheul et Montières. *Mémoires de la Soc. géol. du Nord*, VI, 3.
1909. A propos d'éolithes. *Ann. Soc. géol. Nord*, XXXVIII.
1910. Note sur les tufs et tourbes de divers âges de la vallée de la Somme. *Ann. Soc. géol. Nord*, XXXIX.
1910. Note préliminaire sur les terrasses fluviales de la vallée de la Somme. Époque de l'apparition de l'homme quaternaire. *Ann. Soc. géol. Nord*, XXXIX.
1910. Les gisements paléolithiques d'Abbeville. *Ann. Soc. géol. Nord*, XXXIX.
1910. L'industrie moustérienne dans la région du Nord de la France. *5^e Congrès préhistorique de France*. Beauvais.
1911. Les terrasses fluviales de la vallée de la Somme. *Bull. archéologique*. Imprimerie nationale.
1911. Niveaux industriels et fauniques dans les couches quaternaires de Saint-Acheul et de Montières. Les différents niveaux de l'industrie de l'âge du Renne dans les limons du Nord de la France. Le Moustérien dans le Nord de la France. *6^e Congrès préh. de France*. Tours.
1911. Sur l'âge géologique des squelettes quaternaires. *C. R. Ac. Sc.*
1912. Moustérien à faune chaude dans la vallée de la Somme à Montières. *Congrès intern. d'anthrop. et d'arch. préh.* XIV^e session.
1912. Note sur le Quaternaire du Nord de la France, de la vallée du Rhin et de la Belgique. *Ann. Soc. géol. du Nord*, XLI.
1912. Excursion de la Société linnéenne dans la tranchée du canal du Nord à Erscheu, le 19 juin 1910. *Bull. Soc. linnéenne du Nord*.

1912. Comparaison des limons belges et étrangers. Liège-Sainte-Walburge. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, XXXIX. *Bull.*
1912. Chronologie et stratigraphie des industries protohistoriques, néolithiques et paléolithiques du Nord de la France. *Congrès intern. d'anthr. et d'arch. préh.* XIV^e session.
1912. Quelques remarques sur les éléphants quaternaires de Saint-Acheul et de Montières. *Bull. Soc. linnéenne du Nord.*
1913. Les alluvions pliocènes dans la haute forêt d'Eu et les alluvions à *Cervus megaceras* de Beauchamp. *Bull. Soc. linnéenne du Nord*, n^o 409.
1914. Les hommes contemporains du Renne dans la vallée de la Somme. *Mém. Soc. antiquaires de Picardie*, XXXVII.
1916. Sépultures gauloises et puits funéraire gallo-romain du nouveau boulevard à Amiens. *Bull. trimest. Soc. antiquaires de Picardie.*
1916. Les terrains quaternaires des tranchées de nouveau canal du Nord. *L'Anthropologie*. XXVII.
1916. La vallée sèche du bois Prieur à Candas et le poudingù landénien de Terramesnil. *B. S. G. F.*, (4), XVI.
1917. La Somme-Oise préquaternaire. *C. R. Ac. Sc.*, 2 janvier.
1917. Dépôts de la période historique superposés aux tufs néolithiques de la vallée de la Somme. *C. R. Ac. Sc.*, 29 janvier.
1917. Sur les tufs de la vallée de la Somme. *C. R. Ac. Sc.*, 12 février.
1917. L'abri du Mammoth à Morchies (Pas-de-Calais). *CR. somm. S.G.F.*, (4), XVII.
1917. Limons belges et limons du Nord de la France. *CR. somm. B.S.G.F.*, (4), XVII.
-



1

× 160



2

× 30

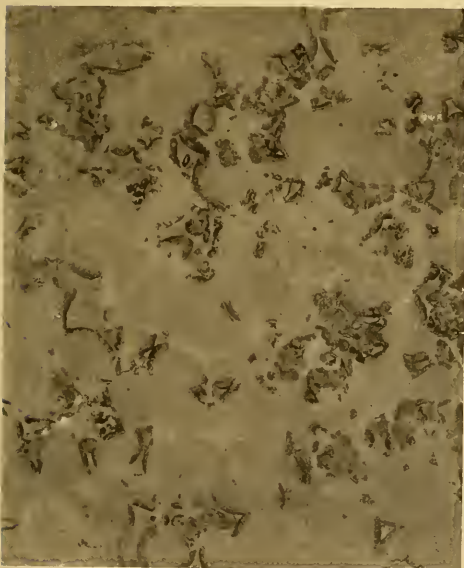
3

× 10



4

× 45





NOTE DE M^{me} Paul Lemoine

Bull. Soc. géol. de France

S. 4 t. XIX pl. III



1



2



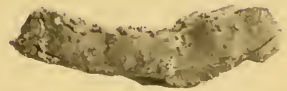
3



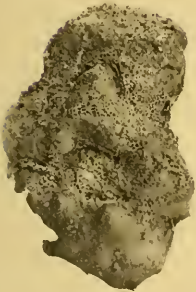
4



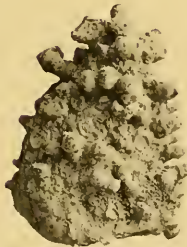
5



6



7



8



9



10



11

MÉMOIRES-GÉOLOGIE

Paraissant irrégulièrement depuis 1833, format in-4° raisin. Prix divers, 50 % pour les Membres de la Société.)

Extrait du Catalogue.

H. FILHOL. Etudes sur les vertébrés fossiles d'Issel (Aude).....	16 "
G. COTTEAU. Echinides éocènes de la province d'Alicante. 107 p., 16 pl.....	15 "
A. DOLLO, P. GODBILLÉ et G. RAMOND. Les grandes plâtrières d'Argenteuil (Seine-et-Oise). Historique, genèse et distribution des formations gypseuses de la région parisienne. 48 p., 7 fig., 4 pl.....	5 "
P.-L. PREYER. Aperçu géologique sur la colline de Turin. 48 p., 7 fig., 1 carte..	8 "
G. ZEIL. Contribution à l'étude géologique du Haut-Tonkin. — II. LANTENOIS. Note sur la géologie de l'Indo-Chine. — René de LAMOTHE. Note sur la géologie du Cambodge et du Bas-Laos. 80 p., 4 pl., 3 cartes en couleurs	12 "
Général de LAMOTHE. Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger et d'une partie de la côte algérienne. 288 p., 3 pl., 1 carte en couleurs.....	15 "
LÉON CAHEZ. Résumé de la Géologie des Pyrénées françaises. 132 p., 1 pl., 6 cartes en couleurs	15 "
Maurice LUGEON. Etude géologique sur le projet de Barrage du Haut-Rhône français à Génissiat (près de Bellegarde). 136 p., 7 pl.	15 "

MÉMOIRES-PALÉONTOLOGIE

PAR SOUSCRIPTION PAYABLE AVANT L'APPARITION DU VOLUME ANNUEL :
FRANCE, 30 FRANCS, FRANCO. — ÉTRANGER, 35 FRANCS; FRANCO

Liste des Mémoires qui se vendent isolément :

Une remise de 20 % est accordée sur ces prix aux Membres de la Société.

2. J. SEYNES. Contributions à l'étude des Céphalopodes du Crétacé supérieur de France. 6 pl., 22 p.....	15 "
3. Ch. DEPÉRET. Les Animaux pliocènes du Roussillon. 17 pl., 188 p.....	60 "
5. G. DE SAPORTA. Recherches sur les végétaux du niveau aquitainien de Manosque. 20 pl., 83 p.....	35 "
14. M. COSSMANN. Contribution à la Paléontologie française des terrains jurassiques (en cours); Etudes sur les Gastropodes des terrains jurassiques: Opisthobranches, 6 pl., 168 p.....	25 "
15. S. STEFANESCU. Etudes sur les terrains tertiaires de la Roumanie; Contribution à l'étude des faunes sarmatique, pontique et levantine. 11 pl., 152 p.....	15 "
19. M. COSSMANN. Contribution à la Paléontologie française des terrains jurassiques (en cours); Gastropodes: Nérinées, 13 pl., 180 p.....	35 "
20. V. POPOVICI-HATZEG. Contribution à l'étude de la faune du Crétacé supérieur de Roumanie: Environs de Campulung et de Sinaia. 2 pl., 22 p.....	6 "
21. R. ZEILLER. Etude sur la flore fossile du bassin houiller d'Héraclée (Asie-Mineure). 6 pl., 91 p.....	15 "
22. P. PALLARY. Sur les Mollusques fossiles terrestres, fluviaux et saumâtres de l'Algérie, 4 pl., 218 p.....	10 "
23. G. SAYN. Les Ammonites pyriteuses des marnes valanginiennes du Sud-Est de la France (en cours). 6 pl., 69 p.....	17 "
24. J. LAMBERT. Les Echinides fossiles de la province de Barcelone. 9 pl., 128 p.....	18 "
25. H.-E. SAUVAGE. Recherches sur les Vertébrés du Kiméridgien supérieur de Fumel (Lot-et-Garonne). 5 pl., 36 p.....	12 "
26. Ch. DEPÉRET et F. ROMAN. Monographie des Pectinidés néogènes de l'Europe et des régions voisines (1 ^{re} partie: genre <i>Pecten</i>) (en cours), 23 pl., 169 p.....	60 "
27. G. DOLLFUS et Ph. DAUTZENBERG. Conchyliologie du Miocène moyen du Bassin de la Loire; Description des gisements fossilifères; Pélécytopodes (en cours). 33 pl., 378 p.....	86 "
28. Marcellin BOULE. Le <i>Pachyæna</i> de Vaugirard. 2 pl., 16 p.....	5 "
29. V. PAQUIER. Les Rudistes urgoniens. 13 pl., 102 p.....	28 "
30. Ar. TOUCAS. Etudes sur la classification et l'évolution des Hippurites, 17 pl., 128 p.....	38 "
31. Albert GAUDRY. Fossiles de Patagonie: Dentition de quelques Mammifères. 28 p., 42 fig. dans le texte.....	4 "
32. Paul LEMOINE et Robert DOUVILLÉ. Sur le genre <i>Lepidocyclina</i> Gumbel. 3 pl., 42 p.....	10 "
33. Ferdinand CANU. Les Bryozoaires du Patagonien. Echelle des Bryozoaires pour les Terrains tertiaires. 5 pl., 30 p.....	11 "
34. Charles EASTMAN. Les types de Poissons fossiles du Monte Bolca au Muséum	

d'Histoire naturelle de Paris. 5 pl., 32 p.....	11	"
35. V. POPOVICI-HATZEG. Les Céphalopodes du jurassique moyen du Mont Strunga (massif de Bucégi. Roumanie). 6 pl., 28 p.....	12	"
36. Ar. TOUCAS. Etudes sur la classification et l'évolution des Radiolitidés. 24 pl., 132 p.....	48	"
37. Edm. PELLAT et M. COSSMANN. Barrémien supérieur à faciès urgonien de Brouzet-lez-Alais (Gard). 9 fig. texte, 6 pl., 42 p.....	15	"
38. Charles JACOB. Etude sur quelques Ammonites du Crétacé moyen. 44 fig., 9 pl., 64 p.....	18	"
39. A. PEZANT. Etude iconographique des Pleurotomes fossiles du Bassin de Paris. 5 pl., 30 p.....	12	"
40. P.-H. FRITEL. Etudes sur les végétaux fossiles de l'étage Sparuacien du Bassin de Paris. 3 pl., 37 p.....	7	"
41. Henri DOUVILLÉ. Etudes sur les Rudistes. Rudistes de Sicile, d'Algérie, d'Egypte, du Liban et de la Perse. 7 pl., 84 p.....	15	"
42. Léon PERVINQUIÈRE. Sur quelques Ammonites du Crétacé algérien. 7 pl., 86 p.....	15	"
43. Robert DOUVILLÉ. Céphalopodes argentins. 3 pl., 24 p.....	7	"
44. Gustave F. DOLLFUS. Les coquilles du Quaternaire marin du Sénégal. Introduction géologique par A. DEREIMS. 4 fig., 4 pl., 72 p.....	10	"
45. Robert DOUVILLÉ. Etude sur les Cardiocératidés de Dives, Villers-sur-Mer et quelques autres gisements. 84 fig., 5 pl., 77 p.....	12	"
46. Maurice COSSMANN. Contribution à la paléontologie française des terrains jurassiques (voir mém., nos 14, 19) ; <i>Cerithiacea</i> et <i>Loxonematacea</i> , 11 pl., 264 p.....	35	"
47. Lucien MORELLET et Jean MORELLET. Les Dasycladacées du Tertiaire parisien. 24 fig., 3 pl., 43 p.....	8	"
48. Robert DOUVILLÉ. Etudes sur les Opepliées de Dives et Villers-sur-Mer. 31 fig., 2 pl., 26 p.....	5	"
49-50. F. PUIEM. Sur des Poissons fossiles et en particulier des Siluridés du Tertiaire supérieur et des couches récentes d'Afrique (Egypte et région du Tchad). — Sur des Poissons fossiles des terrains tertiaires d'eau douce et d'eau saumâtre de France et de Suisse. 9 pl., 30 p.....	15	"
51. P. DE BRUX, C. CHATELET et M. COSSMANN. Le Barrémien supérieur à faciès urgonien de Brouzet-lez-Alais (Gard) (v. mém. n° 37). 4 fig., 5 pl., 56 p.....	12	"
52. Henri DOUVILLÉ. Le Barrémien supérieur de Brouzet. 20 p., 4 pl.....	8	"
53. J. REPELIN. Monographie du genre <i>Lychnus</i> . 23 p., 6 pl. [paraîtra incessamment].....	10	"

TABLE DES MATIÈRES (TOME XIX, FASCICULE 1-3).

	Pages
A. Lacroix. — L'activité éruptive du volcan de la Réunion de 1802 à 1817, d'après les observations d'un témoin oculaire.....	3
J. Repelin. — Sur les espèces ou mutations nouvelles du genre <i>Entelodon</i> AYMARD.....	11
M. Piroutet. — Sur la succession des horizons d'Ammonites du Toarcien et de l'Aalénien des environs immédiats de Salins (Jura).....	15
M. Lissajous. — Quelques mots sur les Argiles à silex de Saône-et-Loire.....	23
P. Marty. — Sur l'existence de coquilles marines dans l'isthme de Saint-Elme (Var) (2 vues).....	26
F. Roman. — Restes de Mammifères terrestres des argiles aquitaniennes marines de Fontcaude, près Montpellier (2 fig.).....	33
Bourgeat. — Les dolomies et les vallées sèches du Jura dôlois (1 carte).....	37
A. de Grossouvre et F. Ganu. — Sondage à Epeigné-sur-Dême (Indre-et-Loire). 42	
J. Welsch. — L'argile à Scrobiculaires des marais maritimes du Centre Ouest de la France (2 fig.).....	46
J. de Lapparent. — Les formations bréchiques entre les villages de Salles et de Sère-Argelès et au N. du village de Boô (H.-P.) (Pl. I et II).....	92
J. P. Voïtesti. — Quelques remarques sur l'âge du sel des régions carpathiques (2 fig., 1 carte).....	84
M ^{me} P. Lemoine. — Contributions à l'étude des Corallinacées fossiles. — V. Les Corallinacées du Pliocène et du Quaternaire de Calabre et de Sicile recueillis par M. GIGNOUX (8 fig., pl. III).....	101
A. Carpentier. — EDOUARD BUREAU. Notice nécrologique.....	115
W. Kilian. — DAVID MARTIN. Notice nécrologique.....	121
L. de Lamothe. — V. COMMONT. Notice nécrologique.....	124

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830,
A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE
PAR ORDONNANCE DU 3 AVRIL 1832.

QUATRIÈME SÉRIE

TOME DIX-NEUVIÈME

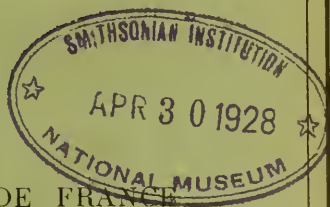
FASCICULE 4-6

Feuilles 9-14. — Planches IV-VI

1 portrait et 4 figures dans le texte.

PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VI

1920



EXTRAITS DU RÉGLEMENT DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

ART. 2. — L'objet de la Société est de concourir à l'avancement de la Géologie en général et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec les Arts industriels et l'Agriculture.

ART. 3. — Le nombre des membres de la Société est illimité. Les Français et les Étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. 4. — Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation¹ et avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président.

ART. 37-38. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet. La Société se réunit deux fois par mois (en général, le 1^{er} et le 3^e lundi du mois).

ART. 42. — Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres.

ART. 46. — Aucune communication ou discussion ne peut avoir lieu sur des objets étrangers à la Géologie ou aux sciences qui s'y rattachent.

ART. 48. — Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un point qui aura été préalablement déterminé.

ART. 53. — Un bulletin périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre. Le Bulletin comprend... les *Comptes rendus sommaires des séances* et le *Bulletin* proprement dit (*Notes et Mémoires*).

ART. 54. — La Société publie en outre des *Mémoires de Géologie* et des *Mémoires de Paléontologie*, qui ne sont pas distribués gratuitement aux membres.

ART. 55. — Tous les travaux destinés à l'impression doivent être inédits et avoir été présentés à une séance.

ART. 75. — Les auteurs peuvent faire faire à leurs frais, en passant par l'intermédiaire du Secrétariat, un tirage à part des communications insérées au Bulletin.

ART. 87. — *Chaque membre paye: 1^o un droit d'entrée; 2^o une cotisation annuelle². Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement en capital d'une somme fixée par la Société (600 francs payables en 2 ou 4 fois en une année).*


Sont **Membres à Perpétuité** les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (minimum : **1000 francs**).

ART. 94. — Les ouvrages, conservés dans la Bibliothèque de la Société, peuvent être empruntés par les membres... (*Service des prêts*).

1. Les personnes qui désirent faire partie de la Société et qui ne connaissent aucun membre pour les présenter n'ont qu'à adresser une demande au Secrétariat, en exposant les titres qui justifient de leur admission.

2. Néanmoins sur la demande des parrains, les nouveaux membres peuvent s'acquitter, la première année, que leur droit d'entrée, en versant la somme de 20 fr. Le Compte Rendu sommaire des séances de l'année courante leur est envoyé gratuitement; mais ils ne reçoivent le Bulletin que la deuxième année et doivent alors payer la cotisation de 30 francs. Ils jouissent d'ailleurs des autres droits et privilèges des membres de la Société.



A. Thoreim


ARMAND THEVENIN

NOTICE NÉCROLOGIQUE

PAR **Louis Gentil**¹.

Parmi la multitude des hommes qui ont fait le sacrifice de leur vie, au cours des années tragiques qui viennent de s'écouler, il en est qui, sans bruit, échappant volontairement à l'attention de tous, ont poussé jusqu'à l'épuisement de leurs forces le dévouement à la cause commune.

Le jour prochain où la Société géologique de France dressera le bilan de ses membres tombés au champ d'honneur, elle devra graver en première page de son Livre d'or, avec le nom des victimes de la grande lutte qui a sauvé le monde, le nom d'Armand Thevenin.

Nous qui l'avons connu, qui avons partagé dans cette enceinte les mêmes aspirations d'idéal scientifique, nous garderons pieusement son souvenir en inscrivant dans nos annales, avec le résumé de son œuvre, les principaux traits du caractère de cette âme d'élite.

Armand Thevenin est né à Nancy, le 15 février 1870. C'est là qu'il fit ses premières études. Son père, ayant été nommé à la direction de la Manufacture des tabacs d'Orléans, il fut, à l'âge de treize ans, éloigné de la Lorraine à laquelle l'attachaient, non seulement sa naissance mais encore tous ses liens de parenté.

A Orléans, il ne se contenta pas seulement de suivre, assidûment ses classes. Un ingénieur de l'Etat qui s'occupait de l'organisation d'un musée s'intéressa à lui. On vit alors le jeune lycéen consacrer ses jours de congé et ses moindres loisirs, au classement des collections de géologie et de préférence à celui des animaux fossiles. Sa vocation était déjà dessinée. Il ambitionnait même, à cet âge, d'entrer un jour au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris.

Cependant sa famille rêvait pour lui d'une autre destinée. Son père, polytechnicien, désirait le voir s'engager dans la voie plus sûre qu'il s'était à lui-même tracée et, respectueux de la volonté paternelle, Armand Thevenin s'imposa les études secondaires qui devaient lui ouvrir les portes de la grande école. Mais après une année de mathématiques spéciales, il obtint de ses parents l'autorisation de donner libre cours à son penchant pour les sciences de la Nature. Il vint suivre les cours de la Sorbonne.

Licencié ès sciences physiques au bout de deux ans, il lui suffit

1. Cette notice renferme, p. 132 à 140, l'analyse des travaux paléontologiques d'Armand Thevenin, par M. LÉONCE JOLEAUD. — Notice présentée à la séance du 28 avril 1919.

d'une année pour acquérir son diplôme de licencié ès sciences naturelles. Immédiatement après il s'adonnait à des recherches personnelles dans le laboratoire de Munier-Chalmas et bientôt il fut choisi comme préparateur au Muséum par Albert Gaudry.

C'est là que pendant vingt années, sous l'égide du Maître, puis sous la direction de M. Boule, il acquit les vastes connaissances paléontologiques qui devaient lui permettre de mener à bien une œuvre qui fait honneur à la science française.

On peut être surpris de l'importance de ses publications, si l'on songe aux charges professionnelles et familiales qui lui incombaient. Marié jeune il eut bientôt une nombreuse famille. L'installation des nouvelles galeries du Muséum, par une aide assidue à son chef, lui prit beaucoup de temps ; ses fonctions de secrétaire du Congrès géologique de 1900, devaient encore l'absorber. Et c'est malgré toutes ces occupations qu'il parvint à publier ses premières notes sur les animaux fossiles, remarquées pour leur précision et la diversité des sujets. Il poursuivait simultanément l'étude de la bordure sud-ouest du Massif Central qu'il avait prise comme sujet de thèse de doctorat.

Cette thèse, soutenue en 1903 en Sorbonne, lui valut le succès qui est toujours accordé à l'œuvre solidement élaborée par un savant déjà rompu aux méthodes scientifiques et qui ne craint pas de s'écarter de temps en temps de l'analyse minutieuse pour pénétrer dans les sphères plus élevées de la synthèse.

Investi du plus haut grade universitaire, Armand Thevenin allait pouvoir se consacrer entièrement à ses chères études. Il eut encore, à la même époque, la satisfaction d'être appelé à la succession de M. Boule comme Assistant au Muséum.

Ce qu'il a fait, dans le domaine de la paléontologie, vous l'entendrez tout à l'heure. Mais je ne puis songer, sans émotion, à l'existence qu'il menait dans les somptueuses galeries de notre Muséum national, partageant son temps entre ses fonctions administratives, l'entretien des collections, et ses travaux personnels. Ceux qui l'ont vu là, dans le calme du laboratoire, ont dû penser de lui qu'il était un homme heureux.

Et pourtant il manquait quelque chose à ce savant laborieux. Armand Thevenin voulait à tout prix enseigner. Il lui semblait que son œuvre serait en partie stérile, s'il ne pouvait communiquer à des élèves la passion qui l'animait. Aussi a-t-il saisi toutes les occasions d'exposer à des auditoires d'élite les grandes lignes de la Paléontologie par des conférences, faites dans les galeries du Muséum, aux élèves de l'École polytechnique, de l'École de guerre, de l'École normale supérieure de Sèvres. Il fit encore des conférences sur la géologie, sur nos colonies africaines et asiatiques, et, pour garder un contact permanent avec de jeunes étudiants, il accepta, en 1903, d'être chargé de conférences à l'École normale supérieure d'enseignement primaire de Saint-Cloud. Là, il ne négligea rien pour répandre autour de lui le

goût de la science, tant par ses leçons que par les excursions qu'il dirigeait avec enthousiasme. Le distingué directeur de cette Ecole, M. Bonnaric, me disait récemment toute la place qu'il occupait dans l'esprit de ses élèves et le vide laissé par sa mort prématurée.

Mais ce n'était là qu'un prélude, un acheminement vers l'enseignement plus élevé qui devait lui être confié, en 1913, à la Sorbonne. La maîtrise de conférences de Paléontologie de la Faculté des sciences avait été, pour de mesquines raisons budgétaires, supprimée en 1903. Elle ne fut rétablie que dix ans plus tard en faveur de notre regretté collègue, Léon Pervinquier, qui n'eut que la satisfaction d'apprendre, quelques jours avant sa mort, que ses mérites étaient enfin consacrés : il léguait à son ami Thevenin la charge d'un enseignement qu'il avait lui-même si longtemps convoité.

Armand Thevenin était, en effet, si bien désigné pour recueillir cette succession, que toutes les candidatures s'effacèrent devant la sienne. Et, pendant l'année scolaire 1913-1914, il donna la mesure de tout ce que pouvaient attendre les élèves de licence, de sa science et de son dévouement.

La même année il était appelé à l'honneur de présider notre Société, et nous avons tous gardé le souvenir de la modestie et de l'autorité avec lesquelles il dirigeait nos débats, du soin avec lequel il administrait nos intérêts.

Il fut, dans ces fonctions, surpris par la guerre qui allait interrompre ses travaux scientifiques.

Les publications de notre regretté collègue sont relatives à la géologie et à la paléontologie.

Ses belles descriptions de fossiles, de provenances variées, l'ont maintes fois conduit à des déductions stratigraphiques importantes. Mais tous ses efforts ont été concentrés, au point de vue géologique, sur l'étude de la *Bordure sud-ouest du Massif Central* dont il a fait le sujet de sa thèse de doctorat. Ce travail remarquable comprend la description des terrains sédimentaires du Bas-Quercy et du Rouergue occidental et l'étude des mouvements orogéniques dans la zone en prolongement des bassins houillers qui traversent en écharpe le centre de la France. Au point de vue stratigraphique il s'est attaché à l'histoire de la communication qui, depuis le Trias jusqu'au Bajocien, reliait l'Aquitaine et le Languedoc : le détroit de Rodez. Il a constaté que les changements de facies du Jurassique moyen et supérieur, entre le Lot et l'Aveyron, se font tous à la même latitude. Il nous a appris l'âge des calcaires oligocènes d'Asprières, qui se distinguent de ceux d'Auvergne pour se relier à ceux du Quercy. Enfin il a mis au point avec une grande clarté, la question controversée de l'origine des phosphorites. Pour lui le remplissage des poches est comparable à celui des puits à ossements des cavernes et le phosphate résulte, non seulement de la décomposition de cadavres d'animaux, mais encore d'un enrichissement par décalcification.

Au point de vue orogénique, il a montré que la direction de la traî-

née houillère Decize-Miécaze était déjà dessinée avant les plissements hercyniens ; puis, il a considéré avec raison, comme les déjections de véritables volcans de la fin de l'époque stéphanienne, les roches éruptives qui jalonnent cette grande ligne tectonique. Après une période d'ablation la région a subi le contre-coup des grands mouvements pyrénéens : des dômes et des cuvettes synclinales, accompagnés de fractures, datent de cette époque. Enfin les mouvements alpins se sont fait sentir dans la région par une dénivellation de part et d'autre de la grande faille de Villefranche de Rouergue, que l'auteur a suivie sur une étendue de plus de 50 kilomètres.

Les travaux géologiques d'Armand Thevenin sont donc fort remarquables. Mais l'œuvre de notre regretté confrère est surtout paléontologique.

J'ai craint, en l'analysant moi-même, de ne pas rendre à la mémoire de mon ami tout l'hommage qui lui est dû. J'ai donc fait appel à la plume autorisée de M. Léonce Joleaud, son successeur à la Sorbonne, pour vous donner une analyse minutieuse de ses notes et mémoires de paléontologie.

*
* *

L'ouvrage paléontologique le plus important d'Armand Thevenin est intitulé : « Les plus anciens Quadrupèdes de France ». Ce remarquable mémoire publié par les *Annales de Paléontologie* fut couronné par l'Institut qui lui décerna le Grand Prix des Sciences physiques en 1909.

Dans cette publication, Thevenin donne une description détaillée de tous les ossements de Vertébrés terrestres trouvés dans les terrains primaires de France. Une superbe illustration accompagne le texte.

Après avoir examiné successivement les Amphibiens et les Reptiles ou Proreptiles qui ont habité notre pays à la fin de l'ère primaire, l'auteur a dégagé les résultats généraux de leur étude comparative. Il a, en même temps, cherché à résoudre quelques-uns des grands problèmes de l'évolution en définissant les rapports qui unissent ces premiers Batraciens aux Poissons. Enfin il a envisagé les relations qui existent entre les Amphibiens et les Reptiles, ainsi que les liens qui rattachent ces Quadrupèdes paléozoïques aux Reptiles de l'ère secondaire.

Protriton Fayoli, minutieusement décrit par Thevenin, est le plus ancien représentant du groupe le plus simple des Vertébrés terrestres de France. Il date de la fin du Stéphanien. Une soixantaine de ces petits Batraciens surpris sans doute par une crue pendant la période où ils passaient de l'état larvaire à l'état

adulte, de la vie aquatique à la vie terrestre, ont été fossilisés dans les sédiments du bassin de Commeny. Tandis que les uns possédaient encore des branchies, les autres les avaient perdues.

Les plus petites larves ont un crâne ossifié et présentent déjà la forme typique des Quadrupèdes. De très bonne heure les métacarpiens, les métatarsiens et les phalanges sont ossifiés. Par contre, le carpe et le tarse sont cartilagineux et resteront à cet état pendant tout le développement.

L'étude critique à laquelle se livre Thevenin lui permet de réduire notablement le nombre des espèces de nos Vertébrés paléozoïques. Plusieurs stades successifs de chaque type avaient, en effet, reçu des noms différents.

Étendant davantage le cercle de ses comparaisons notre regretté confrère n'hésite pas à identifier le *Protriton* d'Autun à celui de Saxe. Et il fait de même pour le *Pelosaurus*.

Combien on doit regretter que bien des paléontologistes, au lieu de s'attacher à l'étude critique des travaux de leurs devanciers, ainsi qu'à celle de leurs propres matériaux, ne songent qu'à décrire des espèces dites « nouvelles ». Il est grand temps que notre science évolue de la phase analytique vers la phase synthétique. Évidemment alors, bien des auteurs n'auront plus le plaisir d'accoler leur nom à quelques barbarismes latins, mais leur œuvre sera singulièrement plus féconde. Qu'ils suivent l'exemple de Thevenin et l'on ne verra plus cinq noms différents donnés au même Batracien.

Une série d'articles à caractère essentiellement synthétique occupent une place importante dans le mémoire. Il y est traité de l'homologie de la vertèbre temnospondyle et de la vertèbre phyllospondyle. Viennent ensuite des développements sur les ancêtres et sur les descendants des Stégocéphales.

Ces articles ont une haute portée philosophique. Thevenin fait remarquer que beaucoup de Poissons de l'époque dévonienne sont conformés pour ramper sur la vase plutôt que pour nager. Il est amené ainsi à énoncer une véritable loi : Les animaux nageurs ont eu comme ancêtre un animal terrestre ou plus exactement se déplaçant sur la vase. C'est d'un tel ancêtre que seraient dérivés, d'une part, les Crossoptérygiens ; d'autre part, les Stégocéphales.

Les deux groupes de Stégocéphales d'Autun paraissent avoir donné naissance à deux séries divergentes. Les Protitonidés sont très probablement les ancêtres directs des Urodèles. L'autre groupe de Stégocéphales, qui, à Autun, est représenté par *Acti-*

nodon et *Euchirosaurus*, a eu certainement pour descendants les Labyrinthodontes du Trias et les Cotylosauriens. Reptiles très primitifs, qui sont eux-mêmes la source des Théromorphes et des Mammifères.

Thevenin fait suivre cet exposé de considérations d'un grand intérêt sur l'évolution des Vertébrés. Si l'on démontrait un jour que les *Protriton* sont des larves d'*Actinodon*, on pourrait admettre que, comme les Axolotls actuels, les Amphibiens d'Autun pouvaient se reproduire, tantôt à l'état de larve, tantôt à l'état adulte : dans le premier cas, ils auraient donné naissance aux Urodèles ; dans le second, aux Labyrinthodontes et aux Cotylosauriens. Le développement probablement fort lent des *Protriton* et des *Actinodon* a permis à l'action des agents extérieurs d'influer grandement sur ces organismes primitifs. Cette plasticité des animaux permien peut expliquer l'épanouissement en apparence brusque des Reptiles dès le début des temps secondaires. Il semble que là encore Thevenin ait entrevu une loi à caractère général : les premiers Mammifères aplacentaires auraient de même donné naissance à des jeunes peu développés sur lesquels l'action des milieux se serait fait puissamment sentir par une profonde diversification des descendants d'une même souche ; ainsi s'expliquerait l'épanouissement des Mammifères au début du Tertiaire.

Notre regretté confrère s'est donné comme tâche dans ses écrits de mettre les idées qu'il développait à la portée de nombreux lecteurs. Tous ses mémoires sur les Reptiles, par exemple, débutent par des exposés généraux qui permettent à l'esprit le moins averti en matière de paléoherpétologie de placer le groupe envisagé à son rang dans la série animale. C'est qu'à côté du savant il y a toujours eu chez Thevenin le maître qui répand sa science autour de lui. Nous le voyons ainsi nous présenter d'une façon saisissante les convergences de caractères des Amphibiens et des Reptiles au Paléozoïque. « Il est extrêmement difficile, dit-il, d'établir une limite tranchée entre ces deux groupes ; les caractères différentiels si nets entre les classes actuelles s'atténuent ; ils n'ont plus, dans ce passé lointain, la même valeur absolue et on arrive à conclure que le seul véritable critérium consiste dans la présence de branchies dans le jeune âge. »

Plusieurs Prosauriens, dont un Cotylosaurien et deux Microsauriens, à caractères intermédiaires entre les Stégocéphales et les vrais Reptiles, ont aussi été rencontrés à Autun et décrits par Thevenin.

Les Protosauriens, qui n'ont plus aucun caractère rappelant

les Stégocéphales, sont cependant encore des Reptiles très primitifs, alliés à la fois aux Rhynchocéphales, aux Parasuchiens et aux Dinosauriens. Ils étaient représentés à Autun par trois types, dont l'un *Aphelosaurus lutevensis*, semble faire partie du groupe ancestral commun aux Dinosauriens et aux Oiseaux.

Enfin les Pélycosauriens figuraient aussi parmi les Reptiles de l'Anthracolithique d'Autun, ce qui prouve la très grande ancienneté des premiers Vertébrés franchement terrestres.

Thevenin a fait suivre sa description des Reptiles du Permien de France, d'intéressantes considérations sur leurs descendants.

La conclusion de l'œuvre magistrale de notre regretté confrère, mérite d'être tout particulièrement citée. « En jetant un coup d'œil d'ensemble sur l'état d'évolution des plus anciens Quadrupèdes trouvés en France, le naturaliste est frappé par les caractères primitifs de leur organisation comparée à celle des animaux plus récents, en même temps que surpris par leur diversité et par leur perfection, lorsqu'il songe à leur grande ancienneté ; il est enfin quelque peu déçu en constatant combien ils sont déjà loin de réaliser le type idéal du plus ancien Vertébré terrestre. »

Côte à côte vivaient des Amphibiens très primitifs et des Reptiles presque parfaits. C'est que les Reptiles, animaux terrestres, plus exposés aux actions d'un milieu très variable, ont évolué plus vite que les Amphibiens qui habitaient les eaux douces ou les bords marécageux des lacs.

« Cette diversité des Reptiles, dès l'époque permienne, dit Thevenin, montre que, malgré leurs caractères primitifs, ces animaux étaient déjà loin de leur origine ; elle prouve combien le monde organique était vieux ; enfin la large dispersion de ces Quadrupèdes sur le globe et l'existence probable de deux grandes provinces zoologiques continentales qui ont communiqué à la fin du Permien confirment cette notion d'ancienneté. »

Ces quelques citations font bien voir dans quel esprit étaient conçus les mémoires de Thevenin. S'efforcer de reconstituer, par un examen aussi minutieux que consciencieux des fossiles, la phylogénie d'un groupe, en se maintenant avec prudence sur une grande réserve toutes les fois que les éléments d'appréciation paraissent quelque peu insuffisants. Emettre sous une forme purement hypothétique les différentes conclusions possibles et choisir avec un sens critique particulièrement judicieux et averti la plus vraisemblable de ces déductions.

Mais à côté de ses belles publications sur les Vertébrés ter-

restres paléozoïques, Thevenin nous a donné de nombreuses descriptions de Reptiles secondaires.

A propos du *Stenosaurus Chapmanni*, Téléosaurien du Lias supérieur de Sainte-Colombe (Yonne), il fait remarquer que l'on trouve presque toujours dans un même gisement deux formes de Sténéosaurien, l'une à museau grêle, l'autre à museau trapu, fait que l'on constate également aujourd'hui chez les Crocodiliens d'une même localité.

Du Bathonien de Madagascar, Thevenin nous a fait connaître le *Bothriospondylus madagascariensis*, Dinosaurien du sous-ordre des Sauropodes, c'est-à-dire du sous-ordre qui comprend les plus grands Quadrupèdes connus. Le Reptile de Madagascar devait atteindre 3 m. 50 de haut et 15 m. de long ; le *Diplodocus* avait 4 m. 50 de haut et 23 m. de long.

Le *Bothriospondylus* était loin de présenter la même disproportion entre ses membres antérieurs et postérieurs que la plupart des Dinosauriens américains du Jurassique supérieur. Ainsi, au cours de leur évolution, les Sauropodes auraient présenté une diminution de la longueur du membre antérieur, par suite sans doute du passage chez ces animaux de la station constamment quadrupède à une station accidentellement bipède.

Le Reptile de Madagascar était très voisin du *Mosasaurus* d'Amérique et du *Cetiosaurus* d'Angleterre. « Ces trois genres représentent le même type de Dinosaurien Sauropode dans l'Amérique du Nord, en Europe et à Madagascar. Ils seront peut-être un jour réunis sous le même nom. »

Ainsi dans le mémoire qu'il a consacré à cet animal, Thevenin manifeste quelques-unes des tendances essentielles de ses conceptions paléontologiques, reconstitution de la biologie des êtres disparus, réaction contre la pulvérisation des genres et des espèces.

D'Europe notre confrère a pu étudier les plus anciens Mosasauriens trouvés dans le Turonien de l'Indre-et-Loire. Il a, grâce à eux, démontré que ces Reptiles avaient apparu sur l'Ancien continent en même temps qu'en Amérique, contrairement à ce qu'avait pensé Dollo.

D'autres Mosasauriens de la craie de Péronne lui ont permis de faire connaître en détail les caractères craniologiques du *Mosasaurus Gaudryi*. Ces recherches lui firent constater la trop grande importance attribuée dans l'établissement des coupures génériques à l'allongement du prémaxillaire. « Ce caractère, dit-il, présentait peut-être des variations non seulement spécifiques mais individuelles. » Ainsi se fait jour à chaque pas dans l'œuvre de Theve-

nin, cet esprit de critique prudente et raisonnée par laquelle ses travaux s'imposent aux générations futures.

La profonde connaissance des Reptiles primaires et secondaires acquise par Thevenin au cours des quinze années qu'il consacra en bonne partie à l'étude de ces êtres, le désignait tout spécialement pour résoudre le problème paléontologique posé par la présence dans l'Éocène nord-africain d'un Crocodilien à affinités nettement mésozoïques. S'élevant tout de suite contre l'idée un peu simpliste de Nopcsa qui croyait à un remaniement des ossements fossiles, notre confrère s'attache à définir les affinités du *Dyrosaurus phosphaticus* et à en déduire le stade d'évolution de ce curieux Quadrupède.

C'est lorsqu'il préparait son important mémoire sur cette question que j'eus l'occasion de lier plus complètement connaissance avec Thevenin. Au cours de la réunion de la Société, dans le Languedoc en 1910, je lui faisais part de mon étonnement des idées émises par Nopcsa et je lui proposais en communication les restes de *Dyrosaurus* que j'avais recueillis jadis à Tebessa.

Au début de son article des *Annales de Paléontologie*, notre confrère rappelle que l'histoire de l'évolution des Crocodiliens était un exemple de transformisme classique il y a une trentaine d'années, l'ensemble des Crocodiliens secondaires différant nettement des représentants tertiaires ou actuels du groupe.

L'époque de la transformation était placée vers le milieu du Crétacé. Les Gavials, en particulier, auraient été, dès le Maestrichtien, presque semblables aux Reptiles actuels. Cependant des Crocodiliens, à vertèbres proœles étaient découverts dans le Wealdien d'Angleterre, tandis que d'autres à vertèbres platycœles ou amphicœles étaient décrits, par Osborn, du Crétacé supérieur d'Amérique. La reconstitution par Thevenin du *Dyrosaurus* a prouvé que ce second groupe avait survécu en Afrique jusqu'à l'Éocène.

Le *Dyrosaurus* avait été rapproché à tort par de Stephano du *Champsosaurus*, les analogies entre ces êtres étant simplement dues à l'identité du genre de vie.

Au contraire il y a une réelle affinité entre le Reptile des phosphates et les Téléosauriens jurassiques.

Le Crocodilien de Gafsa est donc un « type persistant », comme les Lingules, les Nautilés, le *Ceratodus*. « La persistance de ses caractères tient à l'influence constante de conditions de vie presque semblables. Les Crocodiliens marins ou vivant au bord de la mer ont conservé pendant un temps très long dans ce milieu plus homogène que le milieu continental, la même forme.

La cause de l'extinction de ces Crocodiliens marins fut peut-être le développement des Cétacés qui se sont différenciés et multipliés à partir de l'Éocène et qui, mieux armés, meilleurs nageurs et vivipares, ont dû prendre rapidement la prééminence. »

Mais l'activité scientifique de Thevenin ne s'est pas, à beaucoup près, limitée à l'étude des Reptiles. Notre confrère n'était pas de ceux qui croient indispensable de restreindre leur champ d'investigation pour pénétrer dans les moindres détails de l'organisation d'un groupe d'êtres. Imprégné d'idées générales, il jugeait indispensable d'étendre sans cesse le cercle de ses recherches. Les nombreux matériaux paléontologiques provenant de nos colonies africaines qui arrivaient sans cesse au Muséum allaient lui fournir l'occasion désirée.

C'est ainsi qu'il fut amené à décrire une faunule du Dinantien moyen du djebel Bechar dans le Sud oranais. Les formes caractéristiques du Tournaisien et du Dinantien seraient ici mélangées. Le Nord de l'Afrique, l'Europe et l'Amérique septentrionale ne formaient alors qu'une seule province zoologique.

Mais c'est surtout la faune fossile de Madagascar qui fit l'objet des investigations de Thevenin. Dans un premier mémoire publié en collaboration avec l'éminent professeur de Paléontologie du Muséum sont décrits des fossiles du Crétacé supérieur de la côte orientale.

Cette faune composée d'espèces de mers chaudes, qui avaient eu des précurseurs en Europe pendant l'Éocrétacé, était largement disséminée au Néocrétacé. Son aire de dispersion s'est ensuite restreinte : elle est aujourd'hui limitée à la zone tropicale.

Madagascar, qui eut des relations étroites avec l'Afrique et l'Inde au Trias, devint une île vers la fin des temps secondaires ; puis, pendant une partie du Tertiaire, une jonction s'établit par les Comores avec l'Afrique ; enfin la dernière rupture est certainement de date récente.

Dans un second mémoire dû à la collaboration de Boule, de Lemoine et de Thevenin sont étudiés les Céphalopodes crétacés des environs de Diégo-Suarez. Ce travail remarquable traite de 74 espèces dont 10 nouvelles. Parmi elles, il en est qui semblent apparaître plus tôt dans la région malgache qu'ailleurs et d'autres qui, au contraire, ont vécu plus longtemps à Madagascar qu'en Europe.

Les Céphalopodes du Sénonien de Diégo-Suarez auraient eu des ancêtres en France au Crétacé inférieur ou au Cénomaniens et auraient émigré d'Europe vers la région indo-malgache. La faune de Madagascar présente, en effet, beaucoup d'analogie avec celle

de l'Inde (50 % d'espèces communes). Avec les Terres australes et le Japon, on en compte seulement 30 %. Avec la Tunisie, les relations relativement faciles au Cénomanién, l'étaient certainement beaucoup moins au Sénonien.

Dans un troisième mémoire dû à Thevenin seul, il est traité des fossiles liasiques. Parmi eux figure un genre nouveau *Bouleiceras*, qui paraît représenter le stade « pseudo-Cératite » de certaines Ammonites du Lias moyen d'Europe. Ainsi les Céphalopodes à faciès permotriasique auraient au Lias, comme au Crétacé, habité les régions chaudes du globe.

De nombreux Gastropodes et Lamellibranches, voire même des Brachiopodes et des Coralliaires, sont décrits dans cet ouvrage qui témoigne de la généralité des connaissances paléontologiques de notre confrère.

Tant était grande, en effet, l'extrême diversité des études biologiques de Thevenin qu'il a pu faire œuvre originale en décrivant des êtres appartenant aux groupes les plus variés de la série animale. Nous l'avons vu passé maître dans l'étude des Reptiles et des Batraciens, nous l'avons vu publiant de remarquables mémoires sur les Mollusques, nous allons le voir maintenant apporter une importante contribution à la description des Arachnides fossiles, groupe dont ne se sont guère occupés que des spécialistes aux recherches strictement localisées à une ou deux classes d'Arthropodes.

Thevenin a en particulier défini deux genres nouveaux d'Arachnides du terrain houiller de Commeny, *Eotrogulus* et *Nemastomoides*, appartenant l'un et l'autre à l'ordre des Opilionides ou Faucheurs. Notre confrère a reconstitué la biologie de ces Articulés, d'après les conditions d'habitat des types voisins encore vivants. L'un et l'autre devaient affectionner tout particulièrement « les mousses des bois humides, ce qui s'accorde parfaitement avec les conditions que nous croyons avoir été réalisées à Commeny pendant l'époque houillère ».

Thevenin consacra une part importante de son activité scientifique à une œuvre digne des plus grands éloges, la publication de mémoires et de notes sur les collections paléontologiques du grand établissement scientifique auquel il fut longtemps attaché, du Muséum d'Histoire naturelle de Paris.

Dans un premier travail, il énuméra les provenances des échantillons types de la monographie des Nummulites de d'Archiac.

Mais dans cet ordre d'idées son labeur considérable eut pour objet les « Types du Prodrôme de Paléontologie de d'Orbigny ».

Bien rarement aujourd'hui des naturalistes qui s'occupent de taxonomie dans les sciences biologiques, consentent à s'attacher à l'étude rétrospective des mémoires anciens.

Les travaux de Thevenin sur la collection d'Orbigny seront certainement de la plus grande utilité pour les géologues de l'avenir. Notre confrère se livra à cette occasion, dans les galeries du Muséum, à des recherches fort ingrates, triage des types, étude critique souvent ardue des différents échantillons d'une même espèce, etc. Les descriptions du Prodrôme sont toujours fort brèves : aussi la plupart des paléontologistes se sont-ils abstenus d'en tenir compte dans leurs publications. Enfin ceux qui les ont utilisées n'ont généralement pas eu les types en mains ; par suite leurs attributions spécifiques sont loin d'avoir la précision désirable.

Mais rien n'arrêtait Thevenin là où l'avait engagé sa grande conscience scientifique. Jusqu'à la veille de la déclaration de guerre, jusqu'au moment où notre confrère allait abandonner son laboratoire pour se donner entièrement à la défense nationale, Thevenin se consacra à l'iconographie des collections du grand maître de la Paléontologie française dans le domaine des Invertébrés.

*
* *

Après une première année d'enseignement à l'Université de Paris, à laquelle il s'était entièrement consacré, Armand Thevenin se préparait, en qualité de président de notre Société, à ouvrir la Réunion extraordinaire de Bordeaux lorsque la guerre éclata. Il n'eut plus alors qu'une idée : se rendre utile à la défense nationale.

Dès les premiers jours de la mobilisation, son livret militaire ne portant aucune affectation spéciale, il obtint d'être délégué de l'Union des Femmes de France pour le 5^e corps. A force d'activité et grâce à ses qualités d'organisation, il réussit à faire fonctionner très rapidement les hôpitaux en formation, à doubler le nombre des lits, à créer de nouvelles ambulances à Blois, Auxerre, Sens, Joigny, etc., se déplaçant fréquemment pour inspecter les centres médicaux placés sous son administration. Mais ce travail ne lui suffisait pas, et chaque semaine, à Orléans, il s'imposait deux nuits de veille au chevet des grands blessés.

Ainsi se passèrent pour lui les premiers mois de la guerre.

En novembre 1914 l'Université rouvrit ses portes. Il s'agissait de ne pas abandonner la jeunesse studieuse et de donner au pays l'exemple du calme, malgré les épreuves accumulées par l'invasion.

Armand Thevenin accepta de reprendre son enseignement à la Sor-

bonne, sans pour cela abandonner ses occupations d'ordre militaire. Il quittait Orléans le dimanche soir, passait une partie de la nuit à grouper, classer et relire ses notes pour les deux conférences hebdomadaires qu'il faisait dans la journée du lundi. Et, s'il avait quelques instants de liberté, il se hâtait à la recherche de quelque sérum ou de quelque instrument de chirurgie pour ses blessés. Il repartait le soir du même jour, pour reprendre son poste de combat.

Il en fut ainsi pendant de longs mois au cours desquels il ne s'accorda pas un seul jour de repos. Et pourtant il était libre, il n'eût tenu qu'à lui de prendre de temps en temps un jour de congé auprès de sa famille ; mais il s'était donné un chef des plus rigides, sa conscience.

Peu à peu l'organisation médicale de la 5^e région devint assez satisfaisante pour donner à Thevenin l'impression qu'il ne se rendait plus suffisamment utile. Alors il obtint, en mars 1916, l'autorisation de rentrer à Paris, avec l'intention bien arrêtée de chercher une nouvelle occupation de guerre.

Un ministère des Inventions venait d'être créé pour aider à l'intensification des moyens de défense et de combat. Armand Thevenin s'offrit comme secrétaire puis, se souvenant qu'il avait autrefois étudié les sciences physiques, il demanda à M. Lapicque d'entrer à son laboratoire du Muséum pour collaborer à diverses expériences et son choix se porta sur les plus dangereuses.

Parmi les procédés de guerre les plus inhumains imaginés par nos ennemis l'emploi des gaz toxiques l'avait profondément révolté. Il s'employa à perfectionner les moyens de défense et obtint de réels résultats, ainsi qu'en témoigne la lettre suivante, datée du 2 avril 1917, du sous-secrétaire d'Etat aux Inventions :

« Je transmets avec avis favorable à M. le Ministre de l'armement et des fabrications de guerre votre proposition d'un dispositif additionnel au masque réglementaire pour la protection contre l'emploi éventuel de gaz nouveaux. Le dispositif est capable de rendre à un moment donné de grands services. Il est d'ailleurs la suite de toute une série d'inventions intéressantes que j'ai reçues de vous depuis un an : je sais avec quelle ardeur et quel désintéressement vous consacrez à ces recherches tout le temps que vous laissez vos fonctions dans l'Enseignement supérieur. Je vous en félicite sincèrement. »

Le 29 septembre 1917, Armand Thevenin était nommé « membre de la Commission supérieure des Inventions intéressant la défense nationale ».

J'ai eu sous les yeux la liste des rapports relatifs à la protection contre les gaz asphyxiants. Elle montre que notre admirable collègue s'est attaché, non seulement au perfectionnement des masques, mais aussi à la recherche du meilleur absorbant des gaz toxiques comme les vapeurs nitreuses, le papite, les lacrymogènes, l'ypérite, etc.

A ce genre de travaux Armand Thevenin n'a pas seulement consacré son activité, son savoir et son habileté, il n'a pas craint de s'exposer.

Il expérimentait sur lui-même ses appareils et s'enfermait durant des heures dans la chambre à gaz délétères ; plusieurs fois il dut être ranimé à la suite de commencement d'asphyxie. Il me semble préférable, pour donner une idée plus exacte de l'esprit de sacrifice de mon ami, de céder un instant la plume à mon collègue L. Lapicque, qui a répondu à mes questions par la note suivante :

« Si l'on veut bien me permettre de procéder parfois par allusion, je puis, sans trahir le secret qui est peut-être nécessaire en matière de guerre chimique, donner quelques faits qui montreront de quel cœur et avec quel succès Thevenin s'adonna à ces dangereuses études.

« Au laboratoire de physiologie du Muséum, on s'occupait exclusivement de la défense, autrement dit de la protection de nos troupes contre les gaz de l'ennemi. Quand Thevenin, dans un besoin de dévouement qui ne faiblit pas jusqu'à sa mort, nous honora de son offre de collaboration, nous étudions spécialement la protection collective, les moyens de tenir pure sous la vague toxique l'atmosphère des abris ; la connaissance détaillée des terrains du front était nécessaire pour parfaire la mise au point ; Thevenin apporta ainsi tout de suite une contribution utile à la résistance française vis-à-vis de cette horrible forme d'agression. Mais il n'allait pas tarder à jouer dans cette œuvre un rôle plus important et plus personnel. Le système collectif, de même que le masque individuel, bien que fondés de part et d'autre sur des principes entièrement différents, risquèrent tout à coup de se trouver en défaut. Ils arrêtaient parfaitement, l'un comme l'autre, les douze ou treize corps toxiques employés jusque là, mais le contre-espionnage révéla que les Allemands se préparaient à nous lancer un nouveau poison, la chloropicrine, et Painlevé nous posa la question : Sommes-nous parés contre la chloropicrine ?

« Nous ne l'étions pas ! Aux premiers essais nous constatons que la chloropicrine traversait les masques comme une simple mousseline et se jouait de notre protection collective. Or c'est une substance d'une assez belle toxicité, mais surtout violemment et instantanément irritante comme nous n'eûmes que trop l'occasion de nous en apercevoir ; de simples traces aspirées parfois aux essais les plus prudents, provoquent dans les premières voies respiratoires de vives douleurs et des quintes de toux incoercibles allant jusqu'à la suffocation. Thevenin se mit résolument à chercher les substances capables d'arrêter pratiquement cet agent d'agression redoutable, en s'en tenant au mot d'ordre que j'avais donné là-dessus à mes collaborateurs : chercher dans les matières qu'on peut se procurer en quantité suffisante sans faire tort à quelque autre de nos besoins chimiques de guerre. Le problème était ardu, surtout limité ainsi ; Thevenin eut la chance méritoire de le résoudre le premier. Une investigation patiente et systématique le conduisit à une découverte originale.

« Les arguties par lesquelles, un peu plus tard, on chercha à établir contre lui une revendication de priorité, ne peuvent que démontrer l'intérêt de la trouvaille dont on voulait lui contester la paternité.

« La substance aussitôt trouvée, il constitua un dispositif de fortune, comparable, si l'on veut, aux bâillons de mousseline qu'en 1915 on nous faisait improviser sur le front ; imbibé de sa substance et ajouté au masque ordinaire, ce dispositif permettait de tenir. Thevenin en fit l'épreuve et la démonstration sur lui-même, dans une séance que ni moi ni aucun de mes collaborateurs de cette époque n'oublieront. La chambre à gaz, déjà remplie d'un des toxiques chlorés ordinaires, reçut en outre une dose de chloropicrine plus forte que tout ce qu'on pouvait attendre de l'ennemi ; nous faisons d'ordinaire nos essais à un taux vingt fois ou même cent fois moindre, quel supplice déjà quand on s'y laissait prendre ! L'atmosphère préparée était donc terrible. Thevenin, qui avait réclamé son droit de faire lui-même l'essai, y entra d'un pas calme ; il y resta une heure qui sembla interminable à notre inquiétude, puis il en sortit et nous réapparut souriant, quand il ôta son masque : on était paré !

« La protection individuelle, le masque, évolua dans une direction nouvelle, et le dispositif de Thevenin devint inutile de ce côté ; mais pour la protection collective, la substance qu'il avait indiquée est jusqu'à la fin restée au premier plan. Pendant que nous travaillions nous-mêmes des dispositifs dans cette direction, nous communiquions nos recherches en toute occasion aux camarades à qui elles pouvaient être utiles. Parmi ceux-ci, un médecin de la zone des armées proposa au Grand Quartier Général un dispositif dérivé des nôtres, et ayant pour base, bien entendu, la substance en question. Thevenin n'était pas cité. Je le sus, je l'en informai. « Le nom ne fait rien, me répondit-il, « la seule chose qui importe c'est que cela serve. » Son vœu fut satisfait : le dispositif est devenu réglementaire ; il porte un nom qui n'est pas celui de Thevenin.

« Ce n'est pas une fois, c'est un nombre incalculable de fois que Thevenin risqua sa vie dans les gaz et dans tous les gaz, toutes les vapeurs toxiques employées dans la guerre ; il avait entrepris et il était venu à bout de constituer un appareil portatif permettant le diagnostic des gaz ou mélanges de gaz pouvant se rencontrer dans une attaque : si l'on pense qu'il s'agit de dilutions dans l'air, inférieures au millième, on voit la délicatesse du problème chimique. Mais il fallait en outre achever la mise au point en pénétrant soi-même dans l'atmosphère empoisonnée. La vie de Thevenin était chaque jour à la merci d'un défaut de masque ou d'une fausse manœuvre : il passa au milieu du danger, sans subir autre chose que des accidents sans gravité, puis mourut en quelques jours de maladie.

« Au front, quand mourait sans blessure à l'hôpital, un camarade qui avait bravement franchi les barrages et chargé sous les balles, on disait : ce n'est pas sa faute s'il n'a pas été tué à l'ennemi. Ce n'est pas la faute de Thevenin s'il n'a pas été tué par les gaz, mais il avait usé ses forces jusqu'au bout ; il est quand même mort pour la France. »

Cette longue période de surmenage altéra visiblement sa santé et les conseils de ses proches, de ses amis, ne pouvaient rien sur cette

âme bien trempée. Lorsqu'on l'exhortait à la modération, il répondait qu'il ne faisait pas tout son devoir, car il regrettait amèrement de n'avoir pu partir comme combattant. Il ne croyait pas donner à ses enfants un assez bel exemple de patriotisme en demeurant à l'arrière et il s'épuisait au service du pays.

Il apparut, vers la fin de 1917, très fatigué. Mais, soutenu par son inébranlable ténacité, il continua jusqu'au jour où, les forces l'abandonnant, il s'alita pour ne plus se relever.

Ce fut avec une douloureuse stupéfaction que la plupart d'entre nous apprirent sa mort, parce que ceux-là seuls qui l'approchaient savaient combien il s'était dépensé pour le salut de la Patrie. De nombreux témoignages de sympathie furent exprimés à sa veuve, parmi lesquels il en est un qui mérite d'être signalé parce que Thevenin eût été fier de savoir que ses services à la Défense nationale étaient si appréciés :

MINISTÈRE DE L'ARMEMENT
ET DES FABRICATIONS DE GUERRE
DIRECTION DES INVENTIONS
DES ÉTUDES ET DES EXPÉRIENCES TECHNIQUES
SECTION D'HYGIÈNE

Paris, le 22 mars 1948.

*Le Directeur des Inventions, des Etudes et Expériences techniques
à Madame Armand Thevenin.*

Madame,

Permettez-moi de vous exprimer respectueusement les regrets profonds que laisse Monsieur Armand Thevenin dans le Service que j'ai l'honneur de diriger.

Venu dans ce Service en volontaire, il a, pendant deux ans, donné le plus bel exemple de ce qu'est pour un patriote, le devoir envers la Défense nationale, c'est-à-dire dans l'abnégation complète de soi, le dévouement inlassable, le don constamment renouvelé de son énergie, de son intelligence, de toute sa personne.

Les gaz toxiques, cette forme nouvelle de meurtre, sortis des laboratoires allemands, lui avaient semblé l'ennemi spécialement désigné pour un scientifique Français.

Il s'est attaché à perfectionner la protection de nos soldats contre ces perfides agressions, acharné au travail, il a, dans ces études, cent fois risqué lui-même sa vie.

Il est allé, hélas, jusqu'à l'épuisement de ses dernières forces.

Mais cet effort d'un homme d'une si haute valeur intellectuelle n'a pas été vain.

Armand Thevenin laisse à la France, dans ce domaine important de la protection contre les gaz, des découvertes qui continueront à honorer son nom, comme à servir le Pays.

Au Laboratoire du Muséum, à la Commission supérieure des Inventions, à la Section d'Hygiène de la Direction des Inventions, partout Armand Thevenin avait su se faire aimer autant qu'apprécier.

Tous, nous déplorons amèrement sa perte si soudaine.

Avec tous mes regrets que le Gouvernement n'ait pas eu le temps de reconnaître par un honneur officiel les services si méritoires de votre mari, je vous présente, Madame, mes plus sincères et respectueuses condoléances.

*Le Directeur des Inventions
des Etudes et des Expériences techniques,*
Signé : J. BRETON.

Armand Thevenin laissera parmi nous le souvenir du confrère affable et dévoué, du savant aussi modeste que distingué, appartenant à cette école qui sacrifie tout à l'observation précise pour n'étayer ses déductions que sur des faits bien constatés.

Vous avez, Messieurs, unanimement reconnu ses hauts mérites en lui accordant en 1908 le Prix Viquesnel, en l'appelant plus tard, à l'honneur de présider les destinées de votre Société.

Il laisse à sa veuve, à ses enfants le plus précieux des héritages : celui de l'homme qui, après avoir forcé l'estime de ses contemporains par son intelligence et son travail, a poussé le devoir jusqu'au sacrifice pour le triomphe de la Justice et des Libertés.

LISTE DES PUBLICATIONS D'ARMAND THEVENIN.

I. — PALÉONTOLOGIE DES INVERTÉBRÉS ET PALÉONTOLOGIE STRATIGRAPHIQUE.

1895. Sur un envoi de fossiles d'Égypte. *Bull. de Médecine*.
1901. Sur la présence d'Arachnides dans le terrain houiller de Commentry. *B.S.G.F.*, (4), I, p. 605-611, pl. xiii.
1902. Une Araignée du terrain houiller de Valenciennes. *Bull. Soc. d'Hist. Nat. d'Autun*, XV, p. 195-203, 4 fig.
1903. Note sur la géologie et la paléontologie de Madagascar, Fossiles du Ménabé (en collaboration avec M. BOULE). *B.S.G.F.*, (4), III, p. 433-438.
1904. Note sur des fossiles du Carbonifère du Sud-Oranais. *B.S.G.F.*, (4), IV, p. 818-822.
1905. Fossiles d'âge albien provenant du Nord-Ouest de Madagascar. *B. S. G.F.*, (4), V, p. 483-484.
1905. Notice paléontologique accompagnant les notes géologiques sur les cercles d'Analalava et de Madavatana (Madagascar), par le capitaine COLCANAP (en collaboration avec MM. P. LEMOINE et R. DOUVILLÉ). *Bull. Mus. Hist. Nat.*, p. 355-362, 513-519.
1906. Paléontologie de Madagascar. I. Fossiles de la côte orientale (en collaboration avec M. BOULE). *Annales de Paléontologie*, t. , p. 43-59, 12 fig., pl. I-II.
1906. Sur un genre d'Ammonites du Lias de Madagascar. *B.S.G.F.*, (4), VI, p. 170-173, 4 fig.
1906. Note sur des fossiles recueillis à Madagascar, par M. Guillaume GRANDIDIER. *Bull. du Mus. Hist. Nat.*, p. 336-338.
1906. Note sur des fossiles de Madagascar recueillis par le Dr LECORSE. *Bull. du Mus. Hist. Nat.*, p. 334-336.
- 1906-1907. Paléontologie de Madagascar. III. Céphalopodes crétacés des environs de Diégo-Suarez (en collaboration avec MM. BOULE et P. LEMOINE). *Annales de Paléontologie*, t. I, p. 173-192, 11 fig., pl. XIV-XX ; II, p. 1-56, 18 fig., pl. I-VIII.
1907. Note sur des fossiles rapportés de Madagascar, par M. GEAY. *Bull. du Mus. Hist. Nat.*, p. 85-88.
1907. Sur un envoi de fossiles des terrains secondaires de Madagascar, par M. PERRIER DE LA BATHIE. *Bull. du Mus. Hist. Nat.*, p. 88-89.

1907. Fossiles du Sud-Ouest de Madagascar. *Bull. du Mus. Hist. nat.*, p. 177-179.
1908. Paléontologie de Madagascar. V. Fossiles liasiques. *Ann. de Paléontologie*, t. III, p. 105-143, pl. VIII-XII.
1908. Notes paléontologiques *in* : Voyage dans le Sud de Madagascar, par M. GEAY.

II. — PALÉONTOLOGIE DES VERTÉBRÉS.

1896. Mosasauriens de la Craie grise de Vaux-Eclusier, près Péronne (Somme). *B. S. G. F.*, (3), XXIV, p. 900-914, pl. XXIX-XXX.
1896. Nouveaux Mosasauriens trouvés en France. *C. R. Ac. Sc.*, t. CXXIII, 28 décembre, p. 1319.
1901. Sur la présence de Mosasauriens dans le Turonien de France. *Bull. du Mus. Hist. Nat.*, p. 428-429, 1 fig.
1903. Sur un crâne de Sténéosaurien découvert dans le Lias de l'Yonne. *Bull. du Mus. Hist. Nat.*, p. 106-108, 1 fig.
1905. Sur la découverte d'Amphibiens dans le terrain houiller de Commeny. *C. R. Ac. Sc.*, CXLI, 26 décembre, p. 1268-1269.
1906. Amphibiens et Reptiles du terrain houiller de France. *Ann. de Paléontologie*, t. I, p. 145-163, 13 fig., pl. XXI.
1907. Sur les Dinosauriens du Jurassique de Madagascar. *C. R. Ac. Sc.*, t. CXLIV, 10 juin, p. 1302.
1907. Paléontologie de Madagascar. IV. Dinosauriens. *Ann. de Paléontologie*, t. II, p. 97-136, 15 fig., pl. XVII-XVIII.
1910. Les plus anciens Quadrupèdes de France (Mémoire couronné par l'Institut). *Ann. de Paléontologie*, t. V, p. 1-64, 36 fig., pl. I-IX.
1911. Sur la persistance d'un type de Reptile secondaire au début du Tertiaire. *C. R. S. G.*, p. 136-7, 166-7.
1912. Le *Dyrosaurus* des Phosphates de Tunisie. *Ann. de Paléontologie*, t. VI, p. 95-108, 10 fig., pl. XIV-XVI.

III. — MÉMOIRES ET NOTES RELATIFS AUX COLLECTIONS PALÉONTOLOGIQUES.

1899. La nouvelle galerie de Paléontologie du Muséum. *Proc.-verb. Soc. d'Hist. nat. d'Autun*, XII, p. 51-71.
1903. Les échantillons types de la Monographie des Nummulites de d'ARCHIAC (liste de leurs provenances). *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4, III, p. 261-264.
- 1906-1911. Les types du Prodrome de Paléontologie de d'Orbigny. *Ann. de Paléontologie*, t. I, 1906, p. 97-100, pl. VIII-IX; p. 193-196, pl. XXI-XXII; t. II, 1906, p. 89-96, pl. XIII-XIV; p. 161-172, pl. XXIII-XXIV; t. III, 1908, p. 25-40, pl. IV-V; p. 189-200, pl. XVIII-XX; t. IV, 1909, p. 109-124, pl. XII-XIV; p. 153-164, pl. XIX; t. V, 1910, p. 65-88, pl. X-XI; t. VI, 1911, p. 65-92, pl. IX-XIII; t. VIII, 1913, p. 73-104, pl. I-X.

IV. — GÉOLOGIE ET CARTOGRAPHIE GÉOLOGIQUE.

1897. Feuille de Rodez. *Bull. Carte géol. France*, n° 53, t. VIII, *Compt. rend. collab.*, campagne 1895, p. 93-95.
1898. Feuilles de Rodez et Figeac. *Bull. Carte géol. France*, n° 63, t. X, *Compt. rend. collab.*, campagne 1897, p. 57-58.
1899. Le bassin tertiaire d'Asprieres (Aveyron). *Bull. Soc. géol. France*, 3, XXVII.

1900. Feuille de Figeac. *Bull. Carte géol. France*, n° 73, t. XI, *Compt. rend. collab.*, campagne 1899, p. 47-49.
1901. Dépôts littoraux et mouvements du sol pendant les temps secondaires dans le Bas-Quercy et le Rouergue occidental. *C. R. Ac. Sc.*, t. 133, séance du 19 avril 1901, p. 391-394.
1902. Feuille de Figeac (Terrains sédimentaires). *Bull. Carte géol. France*, n° 83, t. XIII, *Compte rendu collab.*, campagne 1901, p. 61-64, 3 fig.
1903. Note sur les formations sédimentaires de la bordure sud-ouest du Massif Central. *Ass. franç. avanc. Sc.*, Congrès de Montauban.
- Etude géologique de la bordure sud-ouest du Massif Central. *Thèse de doctorat*. 8°, 202 p., pl. en couleurs, Paris. *Bull. Serv. de la Carte géologique*, n° 93, t. XIV.
1904. Carte géologique de France au 1/80 000. Feuille de Figeac (en collaboration avec MM. BOULE et MOURET).
1911. *Id.* Feuille de Rodez (en collaboration avec MM. BERGERON et DEREIMS).
1912. Sur la présence de gisements de phosphates de chaux au Dahomey in Auguste Chevalier, *Archives des missions du ministère de l'Instruction publique*.

V. — CONFÉRENCES DIVERSES.

1904. Les fossiles des colonies françaises (conférences d'enseignement colonial du Muséum). *Proc.-verb. Soc. d'Hist. nat. d'Autun*, XVII, p. 181-207.
1905. Les fossiles de Madagascar. *Id.*, *Revue coloniale*.
- Les fossiles de l'Afrique centrale. *Id.*, *ibid.*
1908. Les animaux contemporains de la houille (Conférence de vulgarisation). *Bull. Soc. d'Hist. nat. d'Autun*, XXI, p. 308-331.
1910. Les habitants du Blésois avant l'Homme. *Bull. Soc. d'Hist. nat. de Blois*.

VI. — DIVERS. — ARTICLES DE REVUES SCIENTIFIQUES.

TRAVAUX DE BIBLIOGRAPHIE PALÉONTOLOGIQUE.

1910. Notice nécrologique sur Albert Gaudry. *Bull. Soc. géol. de France*. Depuis 1895: Articles relatifs à des découvertes paléontologiques, au Congrès géologique de 1900 à Paris, etc., dans la *Revue scientifique*, la *Nature*, la *Science au XX^e siècle*.

Comptes rendus d'ouvrages de paléontologie dans la *Revue générale des Sciences*, dans l'*Anthropologie*, le *Geologisches Centralblatt*, et des travaux relatifs spécialement aux Mammifères fossiles, depuis 1907, régulièrement, dans la *Revue critique de Paléozoologie*.

C. GRAND'EURY

NOTICE NÉCROLOGIQUE

PAR **Paul Bertrand**¹.

François-Cyrille Grand'Eury naquit à Houdreville (Meurthe-et-Moselle) en 1839. Il fit ses études à l'École Loritz à Nancy et entra à l'École des Mines de Saint-Étienne pour en sortir en 1859, le premier ou le second de sa promotion. Il passa quelques années aux mines de Roche-la-Molière en qualité d'ingénieur et dut renoncer à cette situation pour des raisons de santé. Devenu professeur à l'École des Mines de Saint-Étienne, il y enseigna les mathématiques pures et appliquées de 1863 à 1899. Là il eut le loisir de s'adonner à la géologie qu'il affectionnait particulièrement.

En 1863, il entreprit son grand travail sur la flore carbonifère de la Loire, qui fut imprimé dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences* et qui lui valut la croix de la Légion d'Honneur, décernée en Sorbonne (1879). Il était alors âgé de quarante ans. L'Académie lui décerna le prix Bordin en 1883. Il fut nommé correspondant de l'Institut en 1885. Il obtint un grand prix à l'exposition de 1900 et reçut le prix Henri Schneider pour les Mines en 1903. La Société de l'Industrie minière lui décerna une médaille d'or et le nomma membre honoraire.

Tout en s'occupant d'affaires de mines, Grand'Eury consacra toujours la plus grande partie de son activité à ses recherches scientifiques. Quand la guerre éclata, il avait commencé la publication d'un mémoire important sur la végétation houillère et le mode de formation du terrain houiller. Il désirait à la fin de sa carrière glorifier la mémoire de son fils, Maurice Grand'Eury, mort pour la France en avril 1916, en lui dédiant ses derniers travaux. Très frappé par la perte de ce fils tendrement aimé, il s'éteignit à Malzéville, près de Nancy, le 22 juillet 1917.

Grand'Eury était membre de la Société géologique de France depuis 1877. La Société a publié dans ses *Mémoires* son troisième grand ouvrage, relatif à la formation des couches de houille et du terrain houiller (1887).

Les travaux publiés par Grand'Eury se classent tout naturellement en deux groupes : les premiers parus de 1875 à 1890, les seconds parus de 1897 à 1912. Nous lui devons quatre ouvrages importants :

1. Notice nécrologique présentée à la séance du 28 avril 1919.

Flore carbonifère du département de la Loire et du Centre de la France (terminée en 1875, parue seulement en 1877). — Mémoire sur la formation de la houille (1882). — Formation des couches de houille et du terrain houiller (1887). — Géologie et paléontologie du bassin houiller du Gard (1890).

Le premier de ces ouvrages suffirait à illustrer le nom de Grand'Eury. Il renferme déjà solidement ébauchées, toutes les parties essentielles de son œuvre scientifique :

1. Paléobotanique stratigraphique ; 2. Restauration des espèces disparues ; 3. Physiologie, écologie des végétaux houillers. Climatologie houillère. Forêts et sols fossiles ; 4. Conditions de dépôt du terrain houiller et mode de formation de la houille.

Le second et le troisième mémoire de Grand'Eury ont pour objet de traiter avec plus d'ampleur et plus de documents à l'appui l'une des questions déjà abordées avec beaucoup d'autorité dans la Flore carbonifère.

Le mémoire sur le bassin du Gard ne représente en somme que l'application à un second bassin houiller des principes et des méthodes, qui avaient fait leurs preuves dans l'étude du bassin de la Loire et dans la tentative de synchronisation des différents bassins houillers français.

Dans la deuxième partie de sa carrière scientifique, Grand'Eury entreprit la revision et la mise au point de ses premiers travaux. Confirmer par de nouvelles observations les faits déjà annoncés, profiter des progrès récents pour soumettre ses conclusions antérieures à une critique sévère, bref projeter sur toute son œuvre plus de clarté et plus de vérité, tel fut l'unique objet de son activité jusqu'à la fin de sa vie.

Les derniers travaux de Grand'Eury consistent principalement en notes à l'Académie : il y en a 23 (25 si l'on y joint deux notes remontant à 1889 et qui se rattachent à la même série). Les quatorze premières (1897-1904) sont relatives aux forêts fossiles, aux sols de végétation, à la formation de la houille. Les dernières sont toutes relatives aux organes reproducteurs et à l'appareil végétatif des Ptéridospermées : une seule est relative aux mutations des végétaux houillers.

Une publication importante : *Recherches géobotaniques sur les forêts et sols fossiles*, etc., en deux parties et dix livraisons, était destinée à faire connaître tous les documents rassemblés par Grand'Eury au cours de sa vie. C'était en quelque sorte la justification avec commentaires et dessins de ses notes à l'Académie.

Malheureusement, seules les deux premières livraisons ont paru. Il serait regrettable pour la science, que les deux autres livraisons, même inachevées, ne soient point publiées à leur tour : les documents qu'elles renferment sur l'appareil végétatif et sur les fructifications des Ptéridospermées offrent un intérêt de tout premier ordre.

Nous avons indiqué ci-dessus les quatre directives essentielles de l'œuvre scientifique de Grand'Eury ; nous les examinerons toutes les quatre successivement. Dans l'exposé qui suit, il convient toutefois de faire une place à part à son ouvrage fondamental : la *Flore carbonifère du département de la Loire*.

1. APPLICATION DE LA PALÉOBOTANIQUE A LA STRATIGRAPHIE. — Nommé répétiteur à l'École des Mines de Saint-Étienne en 1863, Grand'Eury consacra dès lors tous ses loisirs à l'exploration des mines et des carrières de Saint-Étienne et des régions voisines. Il étendit ses recherches aux autres bassins houillers du Centre de la France et à ceux des Alpes. Il compléta ses connaissances sur le Carbonifère par de nombreux voyages dans le Nord de la France, en Belgique, en Angleterre, en Allemagne, etc.

Son mémoire sur la Flore carbonifère de la Loire, présenté à l'Académie des Sciences en 1875, est le fruit de douze années de recherches personnelles. A deux points de vue, cet ouvrage représente un progrès énorme sur tous ceux qui avaient paru jusqu'alors : 1° *Connaissance des espèces disparues* ; 2° *Application de la paléontologie végétale à la stratigraphie et à la géologie*.

L'état très imparfait de nos connaissances sur la stratigraphie et sur les végétaux fossiles du Carbonifère a conduit Grand'Eury à élargir de beaucoup le cadre de son ouvrage. La première partie renferme la description sommaire de toutes les espèces recueillies dans le terrain houiller du Plateau Central, c'est-à-dire dans le Stéphanien des auteurs français. Grand'Eury y a joint les quelques espèces recueillies dans les grès à anthracite du Roannais (c'est-à-dire dans le Culm).

La deuxième partie est consacrée à la *paléobotanique stratigraphique*. Elle a pour objet d'utiliser les espèces végétales : 1° à *déterminer l'âge du terrain houiller de la Loire* ; 2° à *caractériser et à raccorder les uns aux autres les différents faisceaux de couches de ce bassin*.

Pour mener à bien cette double tâche, Grand'Eury fut amené à dresser d'abord une *échelle stratigraphique générale des dépôts carbonifères*, basée sur les modifications lentes, mais progressives, éprouvées par la flore depuis le Dévonien jusqu'au Permien. Il

entreprit donc de rassembler et de mettre en œuvre tous les documents publiés dans les diverses contrées sur les flores carbonifères de l'hémisphère boréal. C'était là un labeur énorme ; que l'on songe seulement à la confusion et à l'incertitude qui régnaient encore dans tous les ouvrages, tant sur la désignation des espèces que sur les horizons d'où elles provenaient !

Avant Grand'Eury, Geinitz (1855) s'était proposé d'établir des zones de végétation dans le terrain houiller de la Saxe et de les paralléliser avec celles des autres pays ; faute d'une connaissance suffisamment précise des espèces, il n'avait abouti qu'à des distinctions vagues tout à fait inutilisables et cet échec semblait condamner pour longtemps toutes les tentatives de comparaison de bassin à bassin. La synthèse entreprise par Grand'Eury de toutes les formations carbonifères est infiniment plus vaste dans son plan, plus féconde et plus certaine dans ses résultats, que le timide essai de Geinitz¹.

R. Zeiller a dit : « *La paléontologie végétale venait de faire un pas en avant des plus marquants avec le travail classique de M. Grand'Eury sur la Flore carbonifère du département de la Loire, dans lequel l'auteur ne se bornant pas à décrire la flore de nos bassins du Centre de la France, s'était attaché à l'étude des variations du monde végétal d'un bout à l'autre de la période carbonifère et avait montré l'existence dans le terrain houiller, d'étages successifs bien caractérisés et nettement reconnaissables par leur flore ?.* »

Le travail de Grand'Eury fait époque dans l'histoire de la paléobotanique. Il précède de plus de dix années celui de Zeiller sur la flore fossile du bassin de Valenciennes.

Les géologues estiment aujourd'hui que l'élément paléontologique est indispensable pour déterminer l'âge d'un terrain. Mais vers 1875, plusieurs d'entre eux manifestaient encore de la défiance à l'égard des fossiles et plus spécialement des plantes fossiles. Grand'Eury fit voir que seules les empreintes végétales pouvaient fournir les éléments d'une classification générale des formations continentales carbonifères. Il montra comment les changements incessants de la flore pouvaient servir de base à cette classification. Il n'ignorait pas les difficultés d'application de cette méthode : sous peine de se livrer à un travail vain et

1. Au nombre des inspirateurs de Grand'Eury on peut compter également Göppert en Silésie, Lesquereux en Amérique, dont les travaux ont une portée beaucoup plus restreinte.

2. Discours prononcé à l'occasion du Cinquantenaire de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole des Mines de Paris (juillet 1914).

illusoire, il est indispensable de déterminer correctement les empreintes. Il écrit lui-même à ce sujet¹ :

La botanique stratigraphique est entièrement subordonnée à la botanique systématique... Le degré de précision, que par la considération des plantes on peut acquérir en stratigraphie est en rapport avec le niveau des connaissances que l'on a de celles-ci en paléobotanique.

L'emploi en géologie des empreintes végétales doit être fondé sur l'exacte distinction des groupes (qui ne sont pas des vues de l'esprit, mais des réalités) et sur la connaissance familière des espèces, qui seule peut en faire saisir les analogies, les différences, les modifications.

Plus que jamais ces principes sont de rigueur, si l'on veut tirer des plantes fossiles des indications sérieuses, utilisables dans la recherche des couches de houille.

Le *Tableau raisonné de la succession chronologique des flores carbonifères*, dressé par Grand'Eury fut très apprécié des paléobotanistes et des géologues. Il permettait de déterminer rapidement la position dans l'échelle stratigraphique de tel ou tel système de couches houillères.

De même, son essai de *Synchronisation et de parallélisation des bassins houillers du Centre et du Midi de la France* a rendu de grands services ; il a permis de fixer l'âge relatif de ces bassins : il a servi de base à toutes les études détaillées sur leur flore.

Par l'ensemble des recherches, résumées ci-dessus, Grand'Eury parvint à déterminer exactement l'âge du terrain houiller de la Loire. La définition du Stéphanien français est résultée directement de ses travaux. A maintes reprises, des doutes se sont élevés à l'étranger, en Allemagne et en Angleterre, sur les limites qu'il convenait d'adopter pour le Stéphanien ; ces doutes sont dus essentiellement à ce que la série houillère est moins complète dans ces pays qu'en France. R. Zeiller, et à sa suite, les géologues A. de Lapparent et Haug ont montré que c'était la conception de Grand'Eury qui était la bonne. Cette conception est destinée à prévaloir définitivement.

Le *raccordement des différents faisceaux de couches du bassin houiller de la Loire* est certainement la partie de son œuvre qui a demandé à Grand'Eury le maximum d'efforts et de temps². Comme il le remarque lui-même : plus les couches, que l'on veut caractériser, sont rapprochées, plus les différences floristiques s'effacent, plus il est nécessaire de réunir une grande quantité

1. Carbonifère de la Loire, p. 353.

2. C'est surtout à cet égard que Geinitz peut être considéré comme l'inspirateur de Grand'Eury ; mais les caractères distinctifs qu'il a donnés pour les différentes zones de végétation de la Saxe sont en grande partie illusoires.

de matériaux pour trouver des caractères distinctifs, plus il convient d'être défiant sur la valeur des distinctions observées. L'inventaire des espèces végétales, couche par couche, est un véritable travail de bénédictin, qui exige des années de recherches, travail jamais complet, jamais satisfaisant, toujours sujet à révision.

Grand'Eury consacra également plusieurs années (de 1882 à 1890) à l'étude du bassin houiller du Gard. Ce fut pour lui une occasion très favorable d'utiliser les principes et les connaissances, qu'il avait acquis par l'étude du bassin de la Loire et des autres bassins français. La stratigraphie du bassin du Gard est beaucoup plus compliquée que celle du bassin de la Loire. Seule la paléontologie végétale permettait d'entreprendre le classement et le raccordement de couches houillères très disloquées. Ce travail suppose une connaissance exacte de la succession des flores dans le temps, connaissance qui ne peut s'acquérir elle-même que par des comparaisons répétées de série à série. Grand'Eury arriva à des résultats remarquables, qui permirent aux géologues, notamment à Marcel Bertrand, d'aborder les problèmes stratigraphiques du Gard avec beaucoup plus de chances de succès.

Le sondage historique de Ricard est demeuré célèbre. Il nous suffira de rappeler qu'il avait pour objet de rechercher au mur des couches de la Grand'Combe, les couches de Sainte-Barbe. Contrairement aux opinions en cours, Grand'Eury avait annoncé que le système de Sainte-Barbe était d'âge plus ancien que celui de la Grand'Combe. Les événements semblèrent tout d'abord déjouer ses prévisions. Le sondage de Ricard, entrepris sur les conseils de R. Zeiller, fut arrêté en avril 1882 en plein stérile. Grand'Eury procéda alors à une étude plus détaillée de la flore des deux faisceaux. Il réussit à convaincre la Compagnie de l'exactitude de ses résultats. Le sondage fut repris le 1^{er} mars 1884 ; il aboutit à la découverte d'un faisceau de couches intermédiaires entre celles de la Grand'Combe et celles de Sainte-Barbe, c'est-à-dire : intermédiaires entre la série de Saint-Etienne et celle de Rive-de-Gier. C'est dans la grande épaisseur de terrains stériles séparant ces deux séries, que le sondage de Ricard avait d'abord pénétré.

L'exemple est devenu classique ; on sait moins, dans le grand public, que la découverte du magnifique gisement de la Boule est due également aux déductions géniales de Grand'Eury.

2. RESTAURATION DES ESPÈCES DISPARUES. — La restauration des espèces houillères est l'un des plus grands titres de gloire de

Grand'Eury. Dès ses premières recherches sur le terrain, il se passionna pour cette question. Parmi les débris épars, gisant pêle-mêle, il entreprit de retrouver toutes les parties d'un même organe, toutes les parties du corps d'une même plante. En les comparant, en les rapprochant les unes des autres, petit à petit il parvint à se faire une idée de l'aspect général de tel arbre ou arbuste, de telle plante herbacée disparus. Les dessins qu'il publia, sont de véritables résurrections; par elles nous connaissons le port des principales espèces de la période houillère.

Ces résurrections impressionnent toujours l'imagination, même des profanes. Pour les spécialistes le mérite de Grand'Eury est plus grand; car ses recherches aboutirent à une connaissance beaucoup plus parfaite des différents organes d'une même plante, et partant: à une connaissance plus complète et plus exacte des espèces. Par exemple: grâce à Grand'Eury, nous savons désormais que le *Calamites Suckowi* Br. représente les rhizomes, les tiges submergées ou profondes du *C. Cisti* Br., que l'*Asterophyllites viticulosus* Gr. E. représente le feuillage du *C. Cisti*, etc. Enfin nous savons que les fossiles appelés *Calamites Suckowi*, *C. Cisti* représentent seulement la surface du moule interne: l'*étui médullaire* des tiges en question. Nous sommes renseignés de même sur plusieurs espèces de Calamariées.

Tous les groupes de plantes houillères furent l'objet des investigations de Grand'Eury: Calamariées, Fougères arborescentes, Ptéridospermées, Sigillariées, Cordaïtées, etc. A tous, il apporta sa part d'observations personnelles et décisives.

Le groupe des Cordaïtées est pour ainsi dire une création de Grand'Eury. Avant lui, on ne possédait que des notions très vagues sur ces arbres, les plus majestueux de l'époque houillère. Sternberg, Corda, Eichwald, Unger, Gœppert, etc. n'avaient exprimé à leur sujet que des opinions erronées. Le traité de Paléontologie végétale de Schimper (1869-74) ne renfermait que très peu d'indications sur ces végétaux. Grand'Eury fit connaître leurs racines, leurs troncs, leurs rameaux, leurs bouquets de feuilles avec leurs inflorescences, plusieurs particularités de leur organisation et de leur végétation. Les recherches de Renault sur l'anatomie et sur l'organisation florale des Cordaïtes complétèrent très heureusement les travaux de Grand'Eury.

Les découvertes de Grand'Eury sur les appareils végétatif et reproducteur des Ptéridospermées sont considérables. A la vérité il s'en fallut de peu qu'il ne fût l'inventeur des *Fougères à graines*. En 1875, il soulignait l'ignorance où nous étions au sujet des frondes fertiles des Névroptéridées et des Aléthoptéridées. En

1890 (Bassin du Gard, p. 197), il écrivait : « En présence des graines si nombreuses et si variées du terrain houiller supérieur, nous pensons que certains types cycadoxylés ont porté des graines avec des feuilles ptérophyloïdes, comme les *Stangeria*, que l'on a d'abord confondus avec les *Lomaria*... etc. »

Pourtant, il était absorbé dans ses publications sur les sols de végétation et sur la formation de la houille, quand les auteurs anglais annoncèrent leurs découvertes retentissantes : Graine du *Nevropteris heterophylla* BR. (Kidston, décembre 1903); graine du *Sphenopteris Haeninghausi* BR. (Oliver et Scott, janvier 1904). Grand'Eury à son tour décrivit les graines du *Pecopteris Plückeri* SCHL. (mars 1905). Puis généralisant les solutions trouvées, il montra que l'on pouvait se baser sur l'association constante des mêmes organes, pour arriver à connaître les graines et les étamines de la plupart des Ptéridospermées. L'enfouissement sur place de toutes les parties d'un même arbre autorise cette induction, sous certaines réserves. Nous devons à Grand'Eury un grand nombre de découvertes dans cette voie : graines et cupules fructifères, anthères de Sphénoptéridées, graines et disques mâles de plusieurs Névroptéridées, graines d'Aléthoptéridées, etc.

Ses découvertes sur l'appareil végétatif : tiges, stolons, racines des mêmes Ptéridospermées ne sont pas moins frappantes. Grand'Eury s'obstina à rechercher ces organes et à les faire dégager sur de grandes surfaces. Il établit que les Névroptéridées étaient des arbres de 5 à 10 m. de hauteur.

Les deux premières livraisons des *Recherches géobotaniques* renferment des aperçus captivants sur toutes ces questions. En les parcourant, on sentira combien il est regrettable que les autres livraisons n'aient pas paru. Que de révélations merveilleuses ne nous auraient-elles pas apportées sur l'appareil végétatif et sur les fructifications des *Fougères à graines* !

3. PHYSIOLOGIE, ÉCOLOGIE DES VÉGÉTAUX HOUILLERS. CLIMATOLOGIE HOUILLÈRE. FORÊTS ET SOLS FOSSILES. — L'étude des plantes fossiles soulève maints problèmes, qui à leur tour nécessitent de nouvelles recherches ou suggèrent de nouveaux aperçus. Quelle était la raison d'être de tel ou tel dispositif organique ? Dans quel milieu prospéraient les végétaux houillers ? sur quel sol vivaient-ils ? d'où provenait leur intensité de vie ? Sur toutes ces questions Grand'Eury donna des renseignements d'un intérêt capital. Il fut frappé de la croissance rapide des végétaux houillers : tiges et rameaux s'allongeaient avec une rapidité étonnante ; les bourgeons étaient très gros ; l'intérieur des tiges était creux ou rem-

pli de tissu lâche à grands éléments ; le bois était mince, l'écorce au contraire très épaisse ; une partie de l'écorce était constituée par des tissus succulents, l'extérieur par un périderme résistant. Grand'Eury signala encore le développement exagéré des feuilles de Fougères et de Ptéridospermées ; la plupart de ces feuilles avaient la faculté de s'accroître indéfiniment à la manière des feuilles de *Lygodium*. Il y avait donc des conditions de chaleur et d'humidité très favorables à la végétation. Le climat paraît avoir été très doux, subtropical probablement.

Grand'Eury établit que les forêts houillères étaient des forêts marécageuses ; les dépôts houillers ne renferment que des plantes appartenant toutes à un même genre d'habitat. Ce n'est qu'exceptionnellement qu'il a pu s'y mélanger des types provenant des terres émergées ou sèches. Grand'Eury montra d'autre part que les végétaux, qui ont servi à former les combustibles de tout âge, offrent ce même caractère *paludéen*.

La présence de racines étagées chez les Calamariées, chez les Fougères arborescentes et même chez les Cordaïtées est une découverte significative de Grand'Eury. Grâce à leur croissance vigoureuse, grâce à leur faculté de produire de nouveaux étages de racines, plusieurs végétaux houillers ont pu résister à l'invasion ou à l'ensablement. Leur propagation au moyen de stolons ou de rhizomes assurait en même temps leur conservation et leur multiplication.

Grand'Eury est de tous les paléobotanistes, celui qui a donné le plus d'attention aux sols des forêts fossiles. La plupart des observateurs se laissent rebuter par la difficulté qu'il y a à distinguer spécifiquement les parties souterraines des différents arbres ou herbes de l'époque houillère ; Grand'Eury au contraire s'attacha à leur étude. Il réussit à trouver et à caractériser les racines des Cordaïtées, les racines et les stolons des Névroptéridées, les rhizomes des Calamariées, etc. A ce sujet, la lecture des *Recherches géobotaniques* provoque l'étonnement et l'admiration de tous les naturalistes. Cet ouvrage renferme des indications précieuses sur les *Stigmaria* ; on sait les discussions auxquelles ces organes énigmatiques ont donné lieu et l'incertitude qui a régné longtemps sur leur nature et sur leur attribution ; les observations de Grand'Eury permettent d'entrevoir le moment où l'on saura reconnaître ceux qui appartiennent aux Lépidodendrons, aux Sigillaires lisses et aux Sigillaires cannelées. Grand'Eury a émis l'hypothèse, assez aventurée, de l'existence de *Stigmaria autonomes*, c'est-à-dire de rhizomes lycopodiacéens croissant dans la vase des marais, sans relation avec des tiges aériennes ; cette hypothèse mérite d'être vérifiée et discutée.

L'étude des sols de végétation et des conditions de vie des plantes houillères entraîne l'étude des conditions de gisement des débris végétaux, c'est-à-dire en définitive l'étude des conditions de dépôt. Le paléobotaniste est donc amené invinciblement à s'attaquer à ce problème géologique : *Origine des roches sédimentaires constituant le terrain houiller.*

4. CONDITIONS DE DÉPÔT DU TERRAIN HOUILLER ET MODE DE FORMATION DE LA HOUILLE. — Sur ces questions Grand'Eury contribua puissamment aux progrès de la Géologie. Dès 1875 il tirait de ses observations des conclusions fondamentales : « On peut dire, écrivait-il, qu'il y a des restes de plantes (troncs, souches et racines) *in situ* dans toute l'étendue et sur toute la hauteur du bassin houiller de la Loire... Ce doit être une règle commune à tous les terrains houillers ¹. » « Tout prouve que les dépôts houillers se sont ordinairement produits à une faible profondeur d'eau, alors que le fond était soumis à un affaissement lent et graduel ². » A plusieurs reprises Grand'Eury insista sur ces deux conditions : faible profondeur de l'eau nécessaire pour permettre aux végétaux arborescents de s'enraciner, affaissements successifs indispensables pour expliquer l'épaisseur énorme des dépôts houillers. La deuxième condition est acceptée aujourd'hui par tous les géologues pour bien d'autres bassins que les bassins houillers.

Grand'Eury expliqua correctement la formation des schistes, des grès et des poudingues qui doivent leur origine à des ruissellements locaux ou à des courants ; il montra que les sables s'étaient souvent accumulés avec une grande rapidité autour des souches des *Calamites* ou des *Psaronius*.

Quant à la houille elle-même, il réunit une multitude de faits démonstratifs, d'arguments décisifs en faveur de la formation sur place. Pourtant il se laissa influencer par les idées plus brillantes, plus séduisantes, qui eurent cours en France pendant près de quarante ans ! Tout en combattant l'hypothèse d'un charriage violent, il admit d'abord un transport des débris végétaux depuis les forêts houillères jusqu'aux bassins de dépôt. Dès 1882, il fut conduit à rejeter l'idée de la formation des couches de houille en eau profonde à l'extrémité d'un delta ; il n'admit plus que le dépôt des substances végétales dans des marais vastes, mais peu profonds. Puis d'année en année, il modifia ses conclusions, restreignant chaque fois l'importance des phénomènes de transport. Dans les dernières années de sa vie, il fut un ardent défenseur de la formation sur place de la houille. *La houille s'est formée sur l'em-*

1. Carbonifère de la Loire, p. 333.

2. *Ibid.*, p. 338.

placement même des forêts marécageuses, dont les débris ont servi à la constituer. Telle est la conclusion, qui se dégage de toutes les observations de Grand'Eury et que ses dernières publications proclament hautement.

Certes, il y a eu avant Grand'Eury et autour de lui bien des partisans de l'*autochtonie* (Lyell, Lindley et Hutton, Binney, Göppert, Stur, etc.). C'est à lui que revient l'honneur d'avoir, par ses observations loyales, minutieuses, persévérantes, tiré de la houille même, de ses conditions de gisement, les preuves matérielles, irréfragables de cette *autochtonie*.

D'autre part, à Potonié revient l'honneur d'avoir mis en évidence les phénomènes actuels, qui répondent le plus exactement à la formation de la houille : tourbières boisées de la Prusse orientale, forêts marécageuses de la Virginie et de la zone inter-tropicale. D'autres que Potonié avaient avant lui étudié les tourbières et avaient pensé à les comparer aux marécages houillers.

Grand'Eury et Potonié, chacun en ce qui le concerne, ont eu le rare mérite de grouper les faits démonstratifs, de les coordonner et de souligner toute leur importance au monde savant. Pour l'historien de la Science, ils sont incontestablement les véritables inventeurs de la formation des couches de houille¹.

En dépit d'interprétations douteuses, de conclusions sujettes à rectification, le mémoire de Grand'Eury *sur la formation de la houille* demeure pour les spécialistes un ouvrage de grande valeur. Il est rempli d'observations rigoureusement exactes, de remarques judicieuses sur la constitution de la houille, sur la nature des débris végétaux, sur leur mode de conservation et d'empilement. Les mêmes éloges s'appliquent à tous ses mémoires : ce sont de véritables mines de renseignements.

Le mémoire sur la formation des couches de houille et du terrain houiller fait suite directement au mémoire sur la formation de la houille, il en constitue la deuxième partie. Il représente un effort remarquable pour retracer dans tous ses détails l'histoire d'un bassin houiller et pour en expliquer certaines particularités comme la *schistification* des couches de houille.

CONCLUSION. — Grand'Eury a fait avant tout œuvre de paléobotaniste, mais par leurs conséquences pratiques ses travaux

1. A la découverte du mode de formation des bogheads et des schistes bitumineux sont attachés les noms de Ch. Bertrand et de B. Renault (1892). Potonié découvrit les sapropels et les sapropélites (1903), qui sont les équivalents modernes de ces combustibles.

méritent toute l'attention des géologues, spécialement de ceux qui s'occupent du terrain houiller. Il est l'un des fondateurs de la paléobotanique stratigraphique ; plus exactement il est celui qui lui a fait franchir son étape décisive ; qu'était cette science avant que Grand'Eury eût dressé le tableau de *l'âge relatif des différentes formations carbonifères du globe* ? Il a montré qu'elle était dès lors en mesure de fournir des résultats, aussi surprenants par leur généralité que par leur intérêt pratique.

D'autre part l'explication correcte de l'origine d'une roche sédimentaire telle que la houille est une découverte géologique considérable.

Dans la lignée des paléobotanistes français, Grand'Eury a sa place marquée entre Brongniart et Zeiller. Il se distingue de tous les deux par ses tentatives de reconstitution des végétaux houillers, au moyen des débris recueillis spécialement sur place.

Grand'Eury était timide ; il prit conseil de Brongniart et lui soumit ses travaux. Comme Renault, il subit l'influence du maître, que tous deux ils vénéraient. Grand'Eury fut influencé encore par certaines idées géologiques et botaniques, malheureusement trop en faveur dans les milieux scientifiques français : la houille *produit de charriage* ; les Calamodendrées, les Sigillariées, *Gymnospermes primitives*. De là des interprétations et des conclusions en contradiction avec les faits observés ; elles ont donné lieu à des rectifications de la part de Grand'Eury lui-même.

Ses travaux méritent, semble-t-il, une critique plus grave : ils sont d'une lecture difficile, aride, décourageante parfois. Ils sont pourtant rédigés suivant un plan clair et logique. Mais l'auteur ne fournit pas tous les éléments nécessaires pour vérifier ses assertions. L'exposition détaillée des faits est souvent confuse ; la description des espèces, que pourtant il connaissait si bien, est insuffisante ; les considérations sont imprécises. Il en résulte une impression générale de doute¹.

Cette impression se dissipe dès que l'on peut aller sur le terrain vérifier la réalité des faits décrits par Grand'Eury ; alors elle fait place à une admiration croissante. L'originalité de Grand'Eury réside précisément dans ses observations personnelles, dans ses recherches sur le terrain (dans les carrières de Saint-Étienne, par exemple), poursuivies d'année en année avec une ténacité inlassable. Doué d'un coup d'œil merveilleux, il apercevait une infinité de faits nouveaux et intéressants, là où

1. Avons-nous bien le droit d'énoncer une critique pareille ? La masse d'idées et de faits nouveaux, remuée par Grand'Eury, est si touffue, si riche, qu'il était bien difficile d'y porter du premier coup toute la clarté désirable.

d'autres chercheurs, même prévenus, ne voyaient qu'une coupe banale dans une région quelconque du terrain houiller.

Cette sûreté dans les observations, cette persévérance dans la poursuite des recherches, destinées à éclaircir telle ou telle circonstance de dépôt, telle ou telle structure végétale, distinguent Grand'Eury des autres paléobotanistes. C'est par ces qualités géniales, qu'il s'élève au-dessus de ces confrères.

A l'époque où la paléontologie végétale était encore bien loin d'avoir acquis toutes les données fondamentales, toutes les bases indispensables à ses progrès futurs, Grand'Eury fut un précurseur ; cependant par l'exactitude de ses observations, par sa sincérité, par son amour ardent de la vérité, Grand'Eury demeura constamment au niveau de la science de son époque. La série de travaux, qu'il publia de 1897 à 1912, se relie aux idées les plus modernes, aux découvertes les plus récentes et les plus célèbres.

Il prit une part considérable à la découverte sensationnelle des organes reproducteurs des Ptéridospermées. Ayant reconnu inadéquates ou insuffisantes certaines de ses idées d'autrefois, il n'hésita pas à entamer une nouvelle série d'observations destinées à corriger ses premiers travaux. Jusqu'à la fin de sa vie, il s'efforça de rendre plus complètes et plus certaines nos connaissances sur les végétaux houillers et sur la formation de la houille. Ce faisant Grand'Eury, tout en conservant sa personnalité de chercheur et de travailleur original, se classa au premier rang des paléobotanistes modernes.

LISTE DES PRINCIPALES PUBLICATIONS DE GRAND'EURY

1. — Observations sur les Calamites et les Asterophyllites. *C. R. Ac. Sc.*, t. 68, p. 705 et p. 803, 1869.
2. — B. RENAULT et C. GRAND'EURY. Recherches sur les végétaux silicifiés des environs d'Autun. Etude du *Sigillaria spinulosa*. *Mém. Acad. d. Sc.*, t. XXII, 1875.
3. — Flore carbonifère du département de la Loire et du centre de la France. *Mém. présent. par div. sav. à l'Acad. d. Sc.*, t. XXIV, n° 1, 1877.
4. — Mémoire sur la formation de la houille. *Ann. d. Mines*, (8), t. I, p. 99, 1882.
5. — Détermination spécifique des empreintes végétales du terrain houiller. *C. R. Ac. Sc.*, t. 102, p. 394, 1886.
6. — Formation des couches de houille et du terrain houiller. *Mém. Soc. géol. de Fr.*, (3), t. IV, 196 p., 10 planches, 1887.
7. — Développement souterrain, semences et affinités des Sigillaires. *C. R. Ac. Sc.*, t. 108, p. 879, 1889.

8. — Calamariées : *Arthropitus* et *Calamodendron*. *C. R. Ac. Sc.*, t. 108, p. 1086, 1889.
9. — Géologie et paléontologie du bassin houiller du Gard. Saint-Étienne, 1890.
10. — Sur une forêt fossile de *Calamites Suckowi*. — Identité spécifique des *C. Suckowi* BR., *C. schatzlarensis* STUR., *C. foliosus* GR. E., *Calamocladus parallelinervis* GR. E., *Calamostachys vulgaris* GR. E. *C. R. Ac. Sc.*, t. 124, p. 1333, 1897.
11. — Notice paléontologique. *Congrès de l'A. F. A. S.* Saint-Étienne, août 1897.
12. — Bassin houiller de la Loire. *Livret-guide du Congr. géol. de 1900. Excursion XI^b*, 24 p., 6 fig., 1 pl.
- 12 bis. — Sur les tiges debout et souches enracinées, les forêts et sous-sols de végétation fossiles, et sur le mode et le mécanisme de formation des couches de houille du bassin de la Loire. *C. R. 8^e Congr. géol. intern.*, 1^{er} fasc., p. 521, 1900.
13. — Sur les Calamariées debout, enracinées dans le terrain houiller. *C. R. Ac. Sc.*, t. 130, p. 871, 1900.
14. — Sur les Fougères fossiles enracinées du terrain houiller. *C. R. Ac. Sc.*, t. 130, p. 988, 1900.
15. — Sur les *Stigmaria*. *C. R. Ac. Sc.*, t. 130, p. 1054, 1900.
16. — Sur les troncs debout, les souches et les racines des Sigillaires. *C. R. Ac. Sc.*, t. 130, p. 1105, 1900.
17. — Sur les tiges debout, les souches et les racines des Cordaïtes. *C. R. Ac. Sc.*, t. 130, p. 1167, 1900.
18. — Sur les forêts fossiles et les sols de végétation du terrain houiller. *C. R. Ac. Sc.*, t. 130, p. 1366, 1900.
19. — Sur la formation des couches de houille. *C. R. Ac. Sc.*, t. 130, p. 1512, 1900.
20. — Sur la formation des couches de stipite, de houille brune et de lignite. *C. R. Ac. Sc.*, t. 130, p. 1687, 1900.
21. — Sur la formation des bassins carbonifères. *C. R. Ac. Sc.*, t. 131, p. 166, 1900.
22. — Sur les sols de végétation fossiles des Sigillaires et des Lépidodendrons. *C. R. Ac. Sc.*, t. 138, p. 460, 1904.
23. — Sur les rhizomes et les racines des Fougères fossiles et des Cycadofilices. *C. R. Ac. Sc.*, t. 138, p. 607, 1904.
24. — Sur le caractère paludéen des plantes qui ont formé les combustibles fossiles de tout âge. *C. R. Ac. Sc.*, t. 138, p. 666, 1904.
25. — Sur les conditions générales et l'unité de formation des combustibles minéraux de tout âge et de toute espèce. *C. R. Ac. Sc.*, t. 138, p. 740, 1904.
26. — Sur les graines des Névroptéridées. *C. R. Ac. Sc.*, t. 139, p. 23, 1904.
27. — *Ibid.* *C. R. Ac. Sc.*, t. 139, p. 782, 1904.
28. — Sur les graines trouvées attachées au *Pecopteris Plückereti* SCHL. *C. R. Ac. Sc.*, t. 140, p. 920, 3 pl. phototyp., 3 avril 1905.
29. — Sur les *Rhabdocarpus*, les graines et l'évolution des Cordaïtes. *C. R. Ac. Sc.*, t. 140, p. 995, 1905.
30. — Sur les graines de *Sphenopteris*, sur l'attribution des *Codonospermum* et sur l'extrême variété des graines de Fougères. *C. R. Ac. Sc.*, t. 141, p. 812, 1905.

31. — Sur les mutations de quelques plantes fossiles du terrain houiller. *C. R. Ac. Sc.*, t. 142, p. 25, 1906.
 32. — Sur les graines et inflorescences des *Callipteris*. *C. R. Ac. Sc.*, t. 143, p. 664, 1906.
 33. — Sur les inflorescences des Fougères à graines du culm et du terrain houiller. *C. R. Ac. Sc.*, t. 143, p. 761, 1906.
 34. — Sur les organes et le mode de végétation des Névroptéridées et autres Ptéridospermes. *C. R. Ac. Sc.*, t. 146, p. 1241, 1908.
 35. — Recherches sur les Ptéridospermes (Fougères à graines du terrain houiller). *Bull. Soc. d. Sc. Nancy*, sér. III, t. X, fasc. 4, p. 225, 1909.
 36. — Recherches géobotaniques sur les forêts et sols fossiles et sur la végétation et la flore houillère, en 2 parties et 10 livraisons. Paris et Liège. 1^{re} livr. 1912, 2^e livr. 1913.
-

ALPHONSE BIOCHE

NOTICE NÉCROLOGIQUE

PAR G.-F. Dollfus ¹.

Alphonse Bioche naquit à Paris le 16 décembre 1844, d'une vieille famille parisienne ; il fit ses études au lycée Saint-Louis et, tout en préparant son droit, il entra comme élève externe à l'École des Mines où il débuta dans l'étude de la géologie à laquelle ses excursions autour de Paris l'avaient déjà familiarisé.

Il se fit présenter de bonne heure à la Société géologique (18 décembre 1865) par ses maîtres Bayle et Deshayes, paléontologues éminents qui ont exercé sur la science et autour d'eux une influence si puissante et si durable. En 1866, avec son ami Fabre, il rédigeait une note à la fois stratigraphique et paléontologique sur *les Couches à coquilles marines situées entre la 3^e et la 4^e masse du gypse à Argenteuil* ; travail qui a beaucoup contribué à ramener les géologues parisiens à l'étude de leurs environs et qui est resté un document toujours consulté avec fruit.

Son activité, son entrain, le désignaient bientôt pour occuper les fonctions de vice-secrétaire dans notre Société géologique pour 1868-1869, puis celles de secrétaire pendant les années 1870-1873. Il passait alors ses examens de droit et s'inscrivait avocat à la Cour d'appel, il allait bientôt succéder à son père dans la direction d'un journal judiciaire, le *Journal des justices de paix* qu'il a gardé jusqu'en 1912. Sortant du secrétariat, il acceptait les fonctions d'archiviste de 1874 à 1876, puis celles de trésorier qu'il devait longuement occuper de 1877 à 1889, avec une courte interruption imposée par notre règlement. Membre de la commission du Bulletin (1880-1883), de celle des Comptes (1890-1894), des archives, du conseil, il ne quittait une fonction utile que pour en exercer une autre où son dévouement et ses connaissances pouvaient nous rendre de nouveaux services. Avec son vieil ami Dangleure, il rédigeait la table de notre Bulletin pour les années 1864 à 1872.

On voit la part de travail, l'importance des services dans notre organisation, l'intérêt désintéressé qu'Alphonse Bioche a témoigné à notre vieille Société géologique. Il ne publiait plus, mais il aidait tous ses confrères dans leurs recherches, il stimulait leur zèle, et si j'ai accepté de retracer devant vous, mes chers confrères, quelques-uns des traits de la vie de mon vieil ami, c'est que je puis porter hautement témoignage des services qu'il nous a ren-

1. Notice nécrologique présentée à la séance du 28 avril 1919.

dur pendant plus de trente années et dont la déclaration faite ici n'est qu'un faible remerciement.

Ce qui domine dans toute la vie de Bioche, c'est sa bonté, son obligeance, sa vive intelligence, sa mémoire étonnante sur tous les livres, sur tous les faits, sur tous les hommes, qui avaient tenu de loin ou de près à la géologie.

Bioche fréquentait avec sa femme, avec laquelle il était en communion complète d'esprit, nos réunions extraordinaires, il était à Montpellier, à Genève, à Nice, dans le Morvan, etc., et il apportait dans nos relations scientifiques cet esprit d'aimable confraternité qui en fait le charme et l'agréable souvenir.

Il avait eu le chagrin de ne pas avoir d'enfant et il avait gardé une piété forte et sérieuse dépourvue d'ailleurs d'intolérance ; il fut un temps obligé de s'absorber dans son journal, il fréquentait moins notre local ; il y revint peu avant les années terribles que nous venons de traverser, rentra au conseil en 1916, pour nous apporter dans la rédaction de notre nouveau règlement la connaissance ancienne et parfaite qu'il avait des affaires de la Société et sa longue expérience juridique.

Durement frappé dans sa famille, mais toujours vaillant, sa mort, survenue le 22 avril 1918, fut pour nous une surprise, car il avait supporté jusqu'alors, ne s'en apercevant guère, le poids des ans, nous apportant peu à peu les livres de sa bibliothèque qui pouvaient manquer dans la nôtre et nous témoignant ainsi sans relâche son attachement.

Dans ces derniers temps il déterminait les fossiles de sa collection, faisant des vérifications dans nos livres, dans la collection de l'École des Mines, voulant laisser à l'Université catholique, où il avait de nombreux amis, une série en bon état. Sa famille a offert à l'Université de Louvain sa collection complète de notre Bulletin et de nos Mémoires, nous laissant prendre dans sa bibliothèque tous les livres qui peuvent nous être utiles. Les amitiés de Bioche étaient nombreuses, la mort de son ami Fabre, l'avait beaucoup affecté, comme celle de Jules Michel son beau-frère, ingénieur des Ponts et Chaussées, puis c'était Gaudry très affectueux pour lui, Munier avec lequel il rompait souvent des lances, enfin de Lorient, Pellat, Reynès, Renevier, Forel, etc., avec lesquels il correspondait.

Il est fâcheux que les nécessités sociales aient obligé Bioche à laisser la géologie active de recherches pour laquelle il était particulièrement doué ; il aurait trouvé des choses nouvelles qu'il nous eût exposées avec la lucidité critique qui était le côté le plus attrayant de son caractère. Hélas ! il est parti à soixante-quatorze ans, jouissant de l'universelle sympathie et emportant nos plus pénibles regrets.

MICHEL LONGCHAMBON

NOTICE NÉCROLOGIQUE

PAR **Léon Bertrand**¹.

C'est avec une profonde émotion que je viens retracer la trop brève carrière de l'un de nos jeunes confrères si prématurément fauchés par la guerre. Michel Longchambon était certainement l'un de ceux de qui nous devons attendre le plus pour l'avenir de notre Science. Si la liste de ses publications est malheureusement assez courte — elle ne s'étend guère sur plus de deux années —, elle contenait déjà une moisson de faits très importante et des suggestions de premier ordre, relativement à la genèse de certaines roches sédimentaires, métamorphiques et éruptives et à la chimie de notre lithosphère. Dès ses débuts, en effet, la vocation de sortir des sentiers battus, jointe à une solide culture scientifique générale, l'avait entraîné vers l'étude des difficiles questions physico-chimiques qui se posent en géologie toutes les fois qu'on veut chercher le « pourquoi » des choses et ne pas se contenter de l'approximatif « comment » par lequel nous sommes trop souvent obligés de nous satisfaire.

Ces œuvres indiquent une maturité d'esprit remarquable pour l'âge de notre jeune confrère. En effet, né à Clermont-Ferrand le 20 août 1886, Michel Longchambon est mort dans une ambulance du front, des suites de multiples blessures, le 11 août 1916 ; il n'avait donc pas encore trente ans.

Fils d'un modeste fonctionnaire de la Faculté des Sciences de Clermont, notre confrère présenta, dès son jeune âge, le caractère studieux et réfléchi qu'il devait garder jusqu'au bout, allié à un robuste tempérament d'enfant du peuple, dont il était, à juste titre, fier d'être sorti. Après la mort de son père, disparu prématurément, sa mère, personne de grand mérite, bien que dans une situation des plus modestes, s'attacha à lui faire poursuivre des études secondaires très complètes au lycée de Clermont, ainsi d'ailleurs qu'à ses deux plus jeunes frères, tous deux aussi en voie de devenir des hommes distingués et aux études desquels Michel Longchambon, devenu prématurément chef de famille, s'intéressait passionnément.

1. Notice nécrologique présentée à la séance du 28 avril 1919.

Ses études classiques ayant été couronnées par un brillant examen au baccalauréat, après une année de mathématiques spéciales Michel Longchambon devança l'appel de sa classe et fit une année de service militaire, à la suite de laquelle il vint continuer ses études à la Faculté des Sciences de Clermont. Il s'y prépara avec succès à la licence ès sciences physiques et aux certificats de zoologie et de botanique. C'est muni de ce bagage scientifique qu'il se présenta, en 1909, au concours d'entrée à l'École normale supérieure, où il entra donc déjà pourvu de la plupart des diplômes qu'y acquièrent d'ordinaire les élèves. Poussé par une réelle vocation de naturaliste, il se dirigea, dès son entrée, vers la section des sciences naturelles et s'intéressa plus spécialement à la géologie.

Longchambon se prit immédiatement de passion pour les problèmes de notre belle science, qu'il abordait avec une solide culture physico-chimique qui fait trop souvent défaut aux étudiants de sciences naturelles. Devant choisir un sujet de travail en vue de son diplôme d'études supérieures, il se proposa, un an à peine après son entrée à l'École normale, d'étudier en détail un sujet que j'avais esquissé dans mon mémoire sur les Pyrénées centrales et orientales : le métamorphisme si spécial d'une partie des couches secondaires nord-pyrénéennes. Je fus heureux de le voir choisir ce sujet, certes très délicat pour un débutant, mais pour lequel il était admirablement préparé. Ce n'était d'ailleurs pas avec le secret espoir d'entraîner l'adhésion facile d'un de mes élèves à des idées qui avaient pu paraître trop hardies ; c'était, au contraire, parce que j'avais pu apprécier combien son esprit clair et solide était doublé d'un tempérament critique et réfléchi, qui ne lui permettait jamais d'accepter une opinion toute faite, même émanant d'un de ses maîtres, sans l'avoir passée au crible serré de ses observations personnelles et de ses méditations.

Après de longues recherches sur le terrain et de nombreuses analyses faites au laboratoire, Longchambon rédigea, à la fin de 1911, un important mémoire pour le *Bulletin du Service de la Carte géologique*, qui eût pu déjà être presque considéré comme une honorable thèse de doctorat. Modestement, il en présenta seulement les conclusions à la Faculté des Sciences pour l'obtention du diplôme d'études supérieures. Reçu agrégé en 1912, il resta auprès de moi pour remplir les fonctions de préparateur, tout en travaillant aussi au laboratoire de M. Lacroix, pendant les deux années qui suivirent, jusqu'au début de la guerre. Je ne saurais oublier ce que fut pour moi cette collaboration de tous

les instants, poursuivie jusque pendant les vacances, au milieu des lointaines régions désertes de la zone primaire pyrénéenne et, en 1913, dans la zone des schistes lustrés et des roches vertes de la Haute-Ubaye.

Michel Longchambon avait, en effet, étendu le champ de ses recherches en vue de sa thèse de doctorat, dont il voulait et devait faire un travail tout à fait digne de lui. Comme moi, il avait été amené à rapprocher du métamorphisme des couches secondaires pyrénéennes le développement, dans les calcaires et dolomies secondaires, des roches intrusives très basiques (lherzolites et ophites intrusives) qui avaient fait, antérieurement, l'objet des magistrales recherches de M. Lacroix. La présence de ces roches, beaucoup moins générale que le métamorphisme des couches secondaires, qui existe sur de grandes étendues en leur absence, m'avait paru indiscutablement liée à ce métamorphisme, mais comme une conséquence de celui-ci et non plus comme sa cause, ainsi qu'avait nécessairement dû le faire penser une étude spéciale de ces roches et des couches encaissantes au contact. Leur genèse m'avait semblé attribuable à un endomorphisme de magmas post-primaires, normalement granitiques dans le substratum primaire et changeant de composition à la traversée des couches secondaires, la production de ces magmas étant le terme ultime du métamorphisme géosynclinal des couches secondaires.

Cette hypothèse, née de mes observations d'ensemble, stratigraphiques et tectoniques, se trouva pleinement confirmée par les minutieuses recherches de Michel Longchambon; mais il y apporta en outre des précisions fort importantes au sujet de la genèse de ces roches basiques. C'est ainsi que, dans ses courses de la campagne de 1912, il démontra la liaison géologique et génétique des lherzolites, très magnésiennes, aux dolomies bajociennes et bathoniennes. D'autre part, il suggéra que la digestion des couches salifères du Trias donne l'explication de la teneur exceptionnelle en soude des roches intrusives dans le Secondaire, mégasodiques, alors qu'elles sont mégapotassiques dans le soubassement primaire, ainsi que de la nature sodique des fumerolles qui ont métamorphisé au contact les couches encaissantes.

Dans sa campagne pyrénéenne de 1913 — la dernière, hélas, — généralisant davantage ses études sur le métamorphisme, exomorphe et endomorphe, des dolomies de divers âges, il avait analysé la formation du talc dans divers gisements pyrénéens, par métamorphisme des dolomies dévoniennes, et apporté des précisions fort intéressantes à cet égard. D'autre part, les rai-

sons de la formation de dolomies nettement sédimentaires (et non de simples calcaires plus ou moins magnésiens) dans les Pyrénées, au Dévonien, puis au Jurassique moyen, l'avaient aussi préoccupé. Il avait pensé pouvoir établir une liaison entre cette sédimentation magnésienne et la suite de certaines phases orogéniques, alors qu'en s'éloignant davantage, dans le temps, des époques de plissement, la sédimentation serait surtout calcaïque.

Au début de la même campagne d'été de 1913, Longchambon m'avait accompagné dans les Alpes pour la revision des hautes parties de la feuille de Nice au 1/320 000 (Queyras et Haute-Ubaye), et nous avons fait ensemble des observations intéressantes sur la genèse des roches vertes des schistes lustrés, qui, par beaucoup d'égards, semble se rapprocher de celle des roches basiques secondaires des Pyrénées.

Chemin faisant, l'esprit curieux et toujours en éveil de Michel Longchambon s'était attaché à une question en apparence fort simple et qui, dans tous les ouvrages classiques, semblait résolue, celle de la prismation des basaltes et roches éruptives voisines. Il a entretenu la Société de cette question ; il est fort regrettable que notre Bulletin ne contienne qu'un résumé très court de son exposé et que Michel Longchambon ait dû demander l'hospitalité de la *Revue d'Auvergne* pour la publication de sa note détaillée, extrêmement intéressante et susceptible de servir de point de départ à des méditations nouvelles, accompagnées d'expériences, sur cet intéressant problème.

La déclaration de guerre de l'Allemagne a surpris notre jeune confrère en pleine période d'activité scientifique. Son tempérament et ses convictions avaient fait de lui, à l'avance, ainsi d'ailleurs que de beaucoup de ses camarades, un adversaire résolu des conflits armés internationaux, dont il était aisé de prévoir quelle serait la rage homicide et destructrice. Mais, en présence de l'agression préméditée de nos ennemis, Longchambon, ennemi juré de l'injustice sous quelque forme qu'elle se présentât, souffrit beaucoup de se voir, au mois d'août 1914, condamné à l'inaction par une maladie qui le retint une partie de l'hiver suivant. Dès qu'il fut rétabli, il partit rejoindre son régiment et apporta à la défense du pays la même résolution calme et réfléchie, ainsi que la claire vision des faits — et, à l'occasion, des fautes qu'il voyait commettre autour de lui —, qui avaient été sa caractéristique au point de vue scientifique.

Nommé sous-lieutenant, il partit en renfort au 414^e régiment d'infanterie et prit part à tous les engagements de ce régiment, jusqu'au mois d'août 1916. Au cours d'un stage d'officier mitrail-

leur au début de 1916, il s'était uni à une jeune fille vers laquelle, depuis longtemps, l'avaient attiré une profonde affinité d'idées et de goûts scientifiques, réalisant ainsi un rêve depuis longtemps caressé et qui lui eût certainement apporté toutes les satisfactions familiales qu'il pouvait espérer. Ce n'était malheureusement qu'une union *in extremis*.

Déjà cité pour sa brillante conduite en octobre et novembre 1915 dans le secteur de Souchez; où, d'après les termes de la citation, « il s'était fait remarquer entre tous par son courage et sa bravoure tenace sous le violent feu d'artillerie ennemie dirigé jour et nuit sur ce secteur très exposé », Michel Longchambon se trouvait, au début d'août 1916, dans le secteur de Verdun, devant le fort de Souville. Au moment des violentes attaques ennemies dans ce secteur, son régiment fut jeté devant l'ennemi qui avait rompu nos lignes.

J'extrais d'une lettre du commandant de son bataillon ce qui suit :

« La 3^e compagnie de mitrailleurs du ...^e ayant reçu l'ordre de garnir les lignes nouvellement formées, de trou d'obus en trou d'obus, le sous-lieutenant Longchambon, commandant par intérim la compagnie, entreprit son travail sous un bombardement violent. Lui-même, il choisit et vérifia dans ses moindres détails l'installation de chacune de ses pièces. A tous les servants, il donna leur consigne.

« Le sous-lieutenant Longchambon se trouvait ainsi sur les lignes depuis une heure et demie, lorsqu'il fut atteint par plusieurs éclats d'obus, à la tête, aux bras, aux jambes. Il ne se laissa emporter qu'après avoir passé tous ses services. Se sentant perdu, il ne se départit pas un seul instant de son calme. »

Après une semaine d'agonie, pendant laquelle il ne put avoir la consolation de revoir aucun de ceux qui lui étaient chers, n'ayant pu être transporté hors de la zone de feu, notre jeune confrère mourait le 11 août, ayant toujours, suivant les termes mêmes de sa dernière citation, « apporté dans l'accomplissement de ses fonctions le souci le plus scrupuleux du devoir », et cela non seulement comme « officier d'élite » pendant la guerre, mais dans toutes les circonstances de sa carrière, hélas interrompue si tôt.

LISTE DES PUBLICATIONS GÉOLOGIQUES DE M. LONGCHAMBON.

1912. Contribution à l'étude du métamorphisme des terrains secondaires dans les Pyrénées orientales et ariégeoises. *Bull. Carte géol. Fr.*, n° 131, 68 p., 7 fig.

1912. Sur le métamorphisme des terrains secondaires dans la partie orientale des Pyrénées. *Mémoire présenté à la Faculté des Sciences de Paris pour l'obtention du diplôme d'études supérieures*. Paris, in-8, 48 p.
- Essai d'une théorie sur la formation des prismes de basalte d'après les travaux physico-chimiques récents. *C. R. somm. Soc. géol. Fr.*, (4), t. XII, p. 484.
 - Considérations sur la formation des colonnes prismatiques dans les coulées de roches éruptives. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), t. XIII, p. 33-38.
1913. Sur les particularités et la formation des colonnes prismatiques dans les coulées de roches éruptives. *Revue d'Auvergne*, 40 p., 2 pl.
- Feuille de Foix : Les dolomies marmoréennes ; Lherzolite. *Bull. Carte géol. Fr.*, Comptes rendus des collaborateurs pour la campagne de 1912, n° 133, p. 153-159, 5 fig.
 - Sur les brèches du complexe marmoréen ariégeois ; conséquences qu'on en peut tirer au sujet de l'âge et de la localisation de la lherzolite. *C. R. Ac. Sc.*, t. 157, p. 612.
1914. Feuille de Toulouse au 320 000^e : I. Contribution à la connaissance des gisements de talc des Pyrénées orientales et ariégeoises. — II. Composition chimique des dolomies dévoniennes. — III. Quelques mots sur la formation du talc à partir de la dolomie. *Bull. Carte géol. Fr.*, Comptes rendus des collaborateurs pour la campagne de 1913, n° 136, p. 148-158, 9 fig.
- Feuille de Prades au 80 000^e : Les contacts granitiques de la bordure méridionale du massif de Quérigut. *Id.*, p. 159-161, 2 fig.
 - Feuille de Nice au 320 000^e : II. Observations sur les schistes lustrés et les roches vertes du Queyras et de la Haute-Ubaye, par MM. Léon Bertrand et Michel Longchambon. *Id.*, p. 169-175, 4 fig.
 - Sur la sédimentation carbonatée et la genèse des dolomies dans la chaîne pyrénéenne. *C. R. Ac. Sc.*, t. 158, p. 431.
 - Sur le rôle de la magnésie dans les cycles sédimentaires. *Id.*, p. 267.

LE NUMMULITIQUE AUTOCHTONE DE LA BALAGNE, EN CORSE

PAR D. Hollande ¹.

Le Nummulitique autochtone de la Balagne, en Corse, est recouvert, en partie, par du Nummulitique charrié.

Les rochers de la Croix de Settonia, de Pietraccia et de Monte Pollino ont été signalés par plusieurs géologues comme étant formés par un calcaire cristallin fossilifère, ainsi que je l'ai indiqué dans la « Géologie de la Corse »². Je tiens à rappeler ici le renseignement précieux, qui m'a été donné par M. Kilian, au sujet de quelques débris de fossiles que j'avais recueillis en 1912. Il y reconnut le faciès de la roche et la faune du calcaire du col de l'Argentière, entre Larche et Coni. En mai 1913, je fus assez heureux pour recueillir dans le calcaire de Monte Pollino des échantillons avec indices de fossiles qui, polis, présentèrent des sections appartenant à des Rudistes³ et un, entre autres, à une Nérinée, échantillons qui sont dans la collection de la Faculté des sciences de l'Université de Grenoble. Le calcaire des roches de Pietraccia et de Monte Pollino dépend donc du Mésozoïque, sans doute du Mésocrétacé, soit du Turonien. Ce calcaire est en bancs plus ou moins réguliers, mais dans leur ensemble, inclinés du NW au SE, formant une arête coupée par la Sommana et la route nationale au passage dit : Stretta alla Trinella ou d'Omessa, arête qui se développe ensuite au Sud par la petite chaîne dont dépend Monte Pollino. Les bancs supérieurs, soit ceux qui regardent Caporalino et la halte d'Omessa, renferment des Polypiers zoanthaires, des Rudistes, des Nérinées, des Actéonelles, etc. Au rocher de Pietraccia, sur ces bancs, on constate la présence de petits placages d'une roche verte qui, examinée en lame mince, a offert des fragments de Foraminifères, tandis que le calcaire n'en renferme pas — fait déjà constaté par M. Savorin. — mais on les retrouve dans les schistes qui s'appuient sur ces bancs, en discordance angulaire. On peut donc admettre que les petits placages de roche verte proviennent de ces schistes,

1. Note présentée à la séance du 2 juin 1919.

2. D. HOLLANDE. Géologie de la Corse, Grenoble, 1917, p. 161.

3. Dans ces calcaires, M. de Stefani rapporte que « parmi de nombreux débris de fossiles assez mal conservés, il a pu distinguer des coraux... et de fréquentes sections de Rudistes... » il croit même avoir reconnu *Hippuriles organisans*, fait déjà rappelé par M. Savorin.

quand ils étaient encore à l'état de boue. Au pied des bancs de calcaire, dans ces schistes, d'une teinte d'un gros vert, puis d'un jaune terreux, on trouve des fragments plus ou moins anguleux de calcaire cristallin avec d'autres de granulite. Dans le calcaire on voit des *Polypiers* et des sections de *Rudistes*, etc., puis, au fur et à mesure que l'on s'éloigne des bancs du Crétacé, on remarque que certains fragments anguleux sont passés à l'état de fragments roulés et finalement de galets et renfermant encore quelquefois des débris de *Polypiers* et des sections d'autres fossiles. M. Savorin a également observé des blocs arrondis provenant du calcaire de Monte Pollino, empâtés dans des débris de schistes sous-jacents, sur la route allant de Caporalino à la halte d'Omessa. Ces schistes calcaires passent à l'état de bancs de calcaire, de poudingues, sur lesquels sont d'autres bancs de calcaire, de couleur plus ou moins foncée, calcaire avec Nummulites et que l'on trouve, entre les km. 95 et 96 de la route nationale.



FIG. 1. — DE MONTE POLLINO A LA CHAPELLE DE SAN ANGELO D'OMESSA.

- 1, Schistes lustrés ; 2, Granulite rose, écrasée, mylonite de la nappe supérieure ;
- 3, Sédiments triasiques et jurassiques ; 4, Calcaire crétacé (Turonien ?) ;
- 5, Schistes verts, à la base, avec gros fragments de granulite et de calcaire avec débris de fossiles, le tout, passant à l'état de galets, formant des conglomérats, des poudingues... en 6 et 7 ; 8, Grès avec Nummulites à l'état de calcaire. — Echelle des longueurs env. 1/25 000.

Les bancs de calcaire à *Rudistes* et à *Polypiers* des roches de Monte Pollino et de Pietraccia se prolongent, au Nord, jusqu'à la Croix de Settonia ; ils reposent sur de la granulite rose, écrasée, ou mylonite de la deuxième nappe ou nappe supérieure.

Cette mylonite, à l'Ouest des rochers de Monte Pollino, repose sur les sédiments des schistes lustrés et l'on peut constater qu'ils avaient été antérieurement à l'arrivée de cette nappe, plissés et ravinés. Les sédiments de notre deuxième nappe forment donc ici, une série de bandes successives, orientées sensiblement N-S. Vers l'Est, à ces bandes, succèdent des lits de calcaires plus ou moins schisteux, alternant avec des schistes gréseux, des grès,

avec rares Nummulites à l'état de calcaire ; enfin on y trouve aussi des schistes terreux à Fucoides et le tout est quelquefois fortement plissé et plissoté (Fig. 1).

Une telle disposition des bancs du calcaire des rochers de Pietraccia et de Monte Pollino, ainsi que des sédiments nummulitiques qui s'appuient sur eux, en discordance angulaire, la composition des sédiments de début du Nummulitique, la présence des fragments de calcaire arrachés aux bancs du calcaire cristallin, leur reprise et leur passage à l'état de galets, font penser à la présence d'un ancien rivage, et, en effet, on est ici sur un point du rivage de la mer nummulitique, dont les sédiments ont été charriés sur nos schistes lustrés. M. Savornin ayant assimilé les rochers de Pietraccia et de Monte Pollino, à un récif coralligène, avait été frappé de cette manière d'être qui n'a pas échappé non plus à M. Rovereto, d'après le passage suivant d'une note, publiée en 1917 — sur la reconnaissance dans les régions italiennes de l'Éocène autochtone¹ : — « On observe, en effet, d'une manière évidente, que les masses de calcaire rhétique et triasique, qui sont en contact avec les schistes argileux éocènes, sont d'un plissement plus ancien que ceux-ci. En Corse, où se continue la même coïncidence, l'érosion a découvert la paroi d'une ancienne falaise marine comprenant des calcaires à *Megalodon* et que l'on trouve au-dessus de la station d'Omessa. A la base de cette paroi, que forme cette falaise, se trouvent des schistes éocènes qui renferment des fragments et des galets bien conservés de calcaire et cela avec tant d'évidence qu'on ne peut douter que les schistes sont plus récents que les sédiments de la falaise ». Comme M. Rovereto parle de calcaires à *Megalodon*, ce qui en ferait du Trias, je lui ai écrit à ce sujet ; il a bien voulu me répondre : « Dans une visite très rapide que j'ai faite en Corse, dans les environs d'Omessa, j'ai observé des sections d'une grande bivalve qui me semblerait correspondre à celle du *Megalodon*, mais je n'insiste pas sur cette détermination ». Il me paraît donc que les calcaires de Monte Pollino et de Pietraccia, par l'ensemble de leur faune, doivent toujours être considérés comme appartenant au Mésocrétacé. On doit aussi remarquer que les bancs de calcaire qui renferment les fossiles sont à la partie supérieure de l'ensemble de ceux de Monte Pollino, c'est-à-dire que la halte d'Omessa est sur eux. Sans doute, vers le Sud, ils disparaissent sur des sédiments que l'on peut rapporter au Trias, mais vers le

1. ROVERETO. *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei*. Vol. XXVI, série 5^a, 2^e sem., fasc., 11^a. — Séance du 2 déc. 1917.

col de San Quilico, on les retrouve avec une allure les plaçant au-dessus des sédiments du Lias calcaire et du Rhétien, en discordance avec eux. Il est à remarquer que l'on est ici en pleine nappe.

La granulite rose, écrasée, les bancs de calcaire à Rudistes, à Nérinées et autres fossiles à test épais et toute la série des sédiments nummulitiques, font partie de notre deuxième nappe qui se prolonge au Nord, jusqu'à Cima di Pedani et au Sud, bien au delà de Corte. Mais il semble qu'entre le mont San Angelo (altitude 1 184 m.) et Cima di Pedani (altitude 925 m.), comprenant la vallée d'où s'échappe la Casaluna, une énorme masse de sédiments, appartenant à cette nappe, en a été détachée et s'est avancée au loin sur Francardo, Pontealeccia, Piedigriggio ; puis, sur Moltifao, Castifao, Piana et au delà de Servadio et du col de San Colombano ; et d'autre part, vers Pontare, la gare de Pietralba et jusqu'à l'entrée sud de ce village.

Entre les ruisseaux du Tartagine, du Golo et du Tavignano, la granulite rose, écrasée, ou mylonite de notre deuxième nappe, est un excellent point de repère pour la reconnaître. Du rocher de Pietraccia elle s'avance au Nord en côtoyant la rive droite du Golo jusque vers le ruisseau de Riduri. Elle passe sur la rive gauche du Golo, à Francardo, d'où elle plonge sous les dépôts miocènes, pour reparaitre vers Prato sur des schistes lustrés ; plus à l'Ouest, elle les recouvre complètement, mais dans la région de Castiglione, ces derniers reparaissent. Au Nord de Prato, à la Tour de Tavole, il y a, d'après M. Savornin, un rocher de calcaire cristallin, avec Polypiers, incrusté dans cette mylonite.

En résumé, à Caporalino et à Omessa, on a : 1° de la granulite rose, écrasée, signalée pour la première fois par M. P. Termier, comme étant la mylonite de la nappe supérieure, mylonite qui repose sur les sédiments des schistes lustrés ;

2° Des bancs de calcaire à Rudistes appartenant au Crétacé, sans doute au Turonien, reposant sur de la granulite rose, écrasée ;

3° Des schistes, d'un vert sale, avec *fragments de calcaire à Rudistes*, etc., et de la granulite rose, écrasée ; schistes en discordance angulaire avec le calcaire à Rudistes ;

4° Des calcaires, d'abord schisteux, puis en bancs, avec fragments à arêtes et à angles émoussés, finalement ces fragments sont roulés et passent à l'état de galets avec *Polypiers et sections de Mollusques*.

2°, 3° et 4° constituent le fait comportant les conséquences qui suivent ; c'est-à-dire la démonstration de la présence du Nummulitique charrié sur du Nummulitique autochtone.

Entre Pontealeccia, la crête de l'Orianda et Pietrabello, on rencontre d'abord de la granulite subordonnée à des schistes cal-

caires ou gréseux du Nummulitique, formant le bord oriental de l'extrémité du massif de gabbro de la Cima Debbione. Il est intéressant de noter sur ce gabbro, un lambeau de schistes lustrés¹ recouverts d'un petit monticule de sédiments nummulitiques, le tout, à l'état de témoins de l'énorme érosion subie par eux et par suite dans toute la région. Au Nord du col de Pastoreccia, la granulite reparaît, mais rapidement elle plonge sous des sédiments charriés, de la crête de l'Orianda, autrefois exploités pour ses beaux marbres. M. Savornin a pensé que le gabbro de la Cima Debbione devait être réuni à celui de la vallée de la Navaccia, car, d'après lui, « la colline de la Cima Debbione coupe tous les terrains éocènes de la vallée de la Navaccia ». S'il en est ainsi, on peut affirmer que les gabbros de la Navaccia sont d'âge triasique, je veux dire, de la partie la plus importante des sédiments de nos schistes lustrés.

Des faits qui précèdent, il résulte que les calcaires cristallins des rochers de Monte Pollino, de Pietraccia et de Tavole, aussi bien que les sédiments nummulitiques reposant sur les gabbros à l'Ouest de la gare de Pontevecchia ou sur ceux des schistes lustrés, etc., sont à l'état de nappe. En réalité, si par la pensée, on enlevait, d'abord les dépôts miocènes, puis les sédiments reposant sur la granulite et cette dernière roche, on trouverait ceux des schistes lustrés, soit ceux de la première nappe, avec leurs roches vertes, comme en formant le substratum.

La granulite rose, écrasée, ainsi que les sédiments qu'elle supporte, ne s'arrêtent pas à Pietrabello, le tout franchit l'Asco et s'avance, d'une part, vers Moltifao et, d'autre part, vers Pietralba.

A Moltifao, sur la granulite rose, on trouve des sédiments houillers et d'autres du Nummulitique. Les calcaires de ces derniers renferment de nombreuses Nummulites, en mauvais état extérieurement. Ils forment un double pli. A noter encore, des blocs isolés de ces calcaires, enracinés dans la granulite.

D'après M. Maury², « à la chapelle San Rocco, près Castifao, l'Éocène est formé, à la base, par un poudingue enraciné dans les gneiss ». Or, à l'Ouest de la Cima di Luda, on trouve, sur des gneiss, de la granulite rose, écrasée, qui supporte des sédiments houillers et nummulitiques. Les sédiments houillers s'avancent au Nord jusque sur les gneiss qui réapparaissent et sur eux il y a les sédiments nummulitiques³. Une telle disposition existe vers

1. Voir la Carte géologique à 1/80 000, feuille de Bastia, par M. MAURY.

2. M. E. MAURY. Note préliminaire sur la stratigraphie et la tectonique de la Corse orientale. *B. S. G. F.*, (4), X, 1911, p. 283.

3. Voir la Carte géologique à 1/80 000, feuille de Bastia, par M. MAURY.

les ruines de la chapelle San Rocco, chapelle située, en ligne droite, au Nord de Castifao, à environ 3 km. Granulite, schistes houillers et sédiments nummulitiques appartiennent à la nappe supérieure, le tout apparaît donc comme recouvrant « le pou-dingue enraciné dans les gneiss », c'est-à-dire que l'on aurait ici du Nummulitique charrié sur du Nummulitique autochtone.



FIG. 2. — CONTOURS APPROXIMATIFS DE LA NAPPE SUPÉRIEURE A SON EXTRÉMITÉ OUEST. 1, Calcaire gris du Crétacé, à patine blanche ; 2, Conglomérat comprenant des fragments et des galets de calcaire crétacé, de granulite (en O) ; 3, Sédiments nummulitiques autochtones ; 4, Gabbro. — 1/50 000 env.

Entre Bocca di Campi et Bocca Vagnole commencent les calcaires de la Cima del Mutereno (Fig. 2) comprenant les rochers blancs de Corbajola. La direction des gros bancs est le plus souvent NE-SW. Ils sont fortement relevés avec une inclinaison NW-SE. Vers leur partie moyenne il y a affaissement de la ligne de faite produisant un petit ravin donnant naissance à une source sur le versant est. C'est à environ 150 m., à l'Est de la source, que commencent les calcaires reposant sur le gabbro. Ces calcaires ont ici une couleur grisâtre ou même noire. Ils appartiennent peut-être à un niveau inférieur aux calcaires à patine blanche. Quoi qu'il en soit, rapidement, en allant vers l'Ouest, ils se

relèvent jusqu'à la verticale; puis, tout en conservant à la base cette disposition, ils se couchent vers l'Ouest à leur partie supérieure et finissent par s'appuyer sur les gros bancs de calcaire à patine blanche mais de couleur grisâtre à l'intérieur. Ces calcaires sont légèrement cristallins. En partant de la source on peut traverser facilement la ligne de faite et constater, qu'à l'Ouest, les bancs de calcaire reposent également sur le gabbro qui présente par place une véritable incrustation de calcaire. Quelques lambeaux de conglomérat existent également de ce côté, conglomérat comprenant des fragments de calcaire à patine blanche et rarement de granulite, du moins dans les parties que j'ai visitées. Au NE ces rochers forment la Cima del Mutereno. Ils se terminent non loin du ruisseau de San Colombano par un petit lambeau de calcaire reposant toujours sur le gabbro. Ce gabbro domine à Lagani et à Servadio, où pointent cependant de rares fragments de conglomérat. En s'élevant au NE on ne tarde pas à rencontrer les rochers calcaires de la P^{ta} del Pietralbi. Ces rochers forment une masse plus importante que celle de la cima del Mutereno; mais ils sont également formés de gros bancs de calcaire à patine blanche, d'un gris foncé à l'intérieur, à structure grenue, cristalline et à rares sections de fossiles, du moins pour ceux que j'ai pu examiner. Ils descendent au NE assez près de la route de Novella et de la ligne du chemin de fer. A l'Ouest de ces différents rochers, après avoir traversé une bande de gabbro, on voit reposer sur lui, un conglomérat à nombreux fragments de roches diverses, parmi lesquelles on en remarque de grosseur variable provenant des calcaires de la Cima del Mutereno et de la P^{ta} Pietralbi, et aussi, fait important, d'autres, souvent petits, de granulite rose, pouvant atteindre quelquefois cependant un poids de deux à trois kilogrammes.

De cet examen des rochers de la Cima del Mutereno et de P^{ta} del Pietralbi, il résulte que les roches qui les forment *reposent* sur le gabbro. Je n'y ai pas vu la lame de granulite cherchée.

Le conglomérat est abondant le long de la route de Servadio au col de San Colombano. Il appartient à une roche dure, véritable béton, où dominant des fragments ou des galets de calcaire avec quelquefois des sections de coquilles de Mollusques et de rares Polypiers et aussi des galets de granulite rose. J'ai indiqué sur la figure 2 par le signe o les endroits où j'en ai rencontré entre Servadio et Mattiola. Voici donc une roche, à l'état de conglomérat, comprenant des fragments ou des galets de calcaire laissant encore apercevoir des sections de fossiles et des galets de gra-

nulite rose, galets et fragments de calcaire et de granulite que j'ai signalés plus haut, comme étant la caractéristique des conglomérats de Caporalino et de la halte d'Omesssa. Sur la route de Servadio à Mattiola ce conglomérat forme une roche de beaucoup plus dure que celle d'Omesssa, ce qu'il faut sans doute attribuer à son mode de charriage, mais pour le reste, les deux sont semblables. Une telle disposition dans le conglomérat se poursuit jusqu'au col de San Colombano. Ici, on trouve un rocher (Fig. 3) que j'ai déjà signalé comme ayant été charrié¹. Il repose sur des schistes d'un vert jaunâtre avec lits de jaspe à organismes arrondis, tandis que dans les bancs inférieurs ou latéraux on trouve quelquefois des roches cristallines. J'ai envoyé des échantillons de ces roches à M. Termier qui a bien voulu les examiner, je l'en remercie vivement. Voici le résultat de ses observations concernant le rocher de San Colombano.

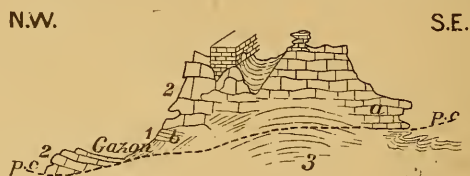


FIG. 3. — ROCHER DU COL DE SAN COLOMBANO.

- 1, Schistes avec jaspe à organismes arrondis (probablement Radiolaires) en *b* ;
- 2, Calcaire gris, à patine blanche, avec fragments d'aplite écrasée en *a* ;
- 3, Schistes et lits de calcaire noir du Nummulitique autochtone ; *p. c.*, Surface de charriage.

Échantillon pris en *a* : « C'est une apélite écrasée. C'est une variété à grain fin de granite alcalin rose qui, à l'état de mylonite, forme la base de la nappe supérieure (celle que vous appelez 2^e nappe). L'écrasement est ici très incomplet et c'est pourquoi l'aspect, à l'œil nu, est encore très granitique. La roche est très fraîche. Feldspaths : microcline, micropertélite et albite ». Échantillon pris en *b*, en réalité, à la base de la partie du rocher regardant le NW. « C'est un jaspe à organismes arrondis (probablement Radiolaires), lui aussi fracturé et un peu écrasé » et M. Termier ajoute : « le calcaire gris du col de San Colombano a donc entraîné dans son déplacement sur les schistes éocènes, des fragments de roches diverses, dont un jaspe (probablement radiolarite analogue à celle de l'île d'Elbe) et une mylonite granitique. Il n'est pas douteux que ce calcaire n'appartienne à la nappe supérieure ».

1. Géologie de la Corse, *loc. cit.*, p. 166.

On a donc bien ici un lambeau de calcaire créacé charrié sur du Nummulitique en place.

Le calcaire gris, à patine blanche, du col de San Colombano est bien plus développé, au Nord, sur le versant ouest des ravins descendant de l'arête d'altitude, variant entre 752 m. et 510. J'ai essayé de grouper ces différents gisements sur la carte (Fig. 2). Il semble que, tous ces lambeaux de calcaire formaient primitivement une bande continue qui a été rompue en une série de petites failles. J'en ai visité quelques-uns qui m'ont fourni le jaspe à organismes arrondis, mais je n'y ai pas trouvé, à la base, comme je l'espérais, une lame de granulite écrasée, à l'état de mylonite. Cette absence ne doit pas trop surprendre; il arrive, en effet, assez souvent que, sur le bord ouest de la nappe supérieure, la mylonite manque.

A l'Ouest du rocher de San Colombano le conglomérat forme une roche dure, à l'état de lambeaux, roche comprenant de nombreux fragments de calcaire à patine blanche ou bleutée et plus rarement de granulite. J'ai indiqué sur la figure 2 les points où j'en ai trouvé. J'ai constaté dans des fragments de calcaire des sections de coquilles de Mollusques. Le conglomérat existe encore plus à l'Ouest, également à l'état de lambeaux; à signaler ceux que l'on trouve sur le sentier descendant de Tocone à la gare de Palasca et reposant en discordance sur du macigno. J'ai trouvé également dans ce conglomérat des galets de granulite rose.

Pour M. Maury le bassin de Novella-Castifao appartient nettement à une cuvette synclinale avec nombreux plissements de second ordre, dont le centre est en grande partie occupé, ainsi que l'a indiqué M. Nentien, par des diabases éocènes. Il y distingue, parmi les sédiments nummulitiques de haut en bas ¹:

8. Des schistes calcareux, à débris d'Algues (Fucoïdes) avec petites intercalations de calcaire;

7. Un calcaire blanc, cristallin, de la crête de P¹_a Pietralbi;

6. Des schistes gréseux et marneux avec conglomérat à gros éléments calcaires et un calcaire cristallin passant à des conglomérats;

5. Des schistes gréseux avec conglomérat à bloc de calcaire cristallin avec traces de Polypiers et de Mollusques, le tout se présentant sur une épaisseur de 600 à 700 mètres;

4. Des schistes gréseux, noirs et fissiles à la base, durs et plus gréseux au sommet. C'est bien le représentant du flysch alpin;

3. Un poudingue à éléments anciens passant à des grès et à des quartzites;

1. MAURY, Bassin de Novella-Castifao. *Bull. des services de la Carte géologique de France*, n° 91, t. XIII, 1901-1902, p. 157.

2. Un calcaire noir ou-bleu à nombreuses Nummulites, *N. complanata*, *N. Ramondi*, et *Orbitoides Fortisi* ;

1. Un poudingue à éléments anciens : cailloux roulés de porphyre, de granite, de gneiss, de micaschistes, de quartzites, de calcaires. La couleur verdâtre domine à la base et la couleur rougeâtre au sommet.

Enfin, il note que « toute cette série, depuis Bocca Capanna jusqu'au col de Fondadura, a une grande épaisseur (1 200 à 1 500 m.) et représente la totalité des sédiments tertiaires ; mais elle n'est pas complète partout. En plusieurs points, certaines couches disparaissent par étirement ou par suite de l'épanchement des diabases ».

Dans l'ensemble de ces sédiments nummulitiques nous retiendrons la présence de blocs calcaires avec *Polypiers* et *Mollusques*, que M. Maury indique comme « résultant de la destruction et du remaniement sur place de bancs de calcaires récifaux ». Il faut encore remarquer que l'épaisseur de 1 200 à 1 500 m., attribuée aux sédiments nummulitiques, est trop élevée, M. Maury ayant considéré le tout comme étant des sédiments autochtones.

Revenons à Caporalino et à la halte d'Omessà. On a vu plus haut qu'on y trouve un calcaire gris, légèrement cristallin, renfermant de nombreux fossiles, entre autres des sections de Rudistes, de Nérinées et en général de Mollusques à test épais, le tout rappelant ce que l'on trouve au col de l'Argentière, entre Coni et Larche. Adossés à ces calcaires, en discordance angulaire, on trouve des schistes verts ou d'un jaune sale englobant des fragments de ces calcaires, ainsi que des blocs plus ou moins gros de granulite rose, granulite qui joue le rôle de mylonite de la nappe supérieure ; puis, au fur et à mesure que l'on s'éloigne des bancs de calcaire gris, on constate que les arêtes et les angles de ces fragments disparaissent et peu à peu on les voit passer à l'état de galets. Il en résulte que leur réunion avec d'autres débris de roches diverses forme d'abord un conglomérat et finalement un poudingue et cela sur une assez grande épaisseur. Les sédiments que l'on rencontre ensuite passent à des calcaires de teinte bleu-tée à la surface, avec Nummulites ; puis on a des roches gréseuses, des grès grossiers avec rares Nummulites à l'état de calcaire. Cet ensemble alterne avec des schistes, des lits de calcaire, des grès grossiers pour se terminer par des schistes foncés ou noirs avec empreintes d'Algues, schistes désignés sous l'appellation de schistes à Fucoïdes. On a donc ici toute la série des sédiments nummulitiques, indiquant nettement qu'elle commence par un conglomérat ou une brèche (Fig. 1).

A l'Est de tous ces sédiments existe une ligne de monts assez

élevés : Cima al Lorzale, P^{ia} de Capazzolo, mont San Angelo, Cima al Cucco, etc. Le mont San Angelo (1 184 m.) comprend une énorme masse de calcaire gris, à patine blanche, absolument semblable au calcaire gris, également à patine blanche, de la Cima del Muterano, de P^{ia} Pietralbi et des roches du col de San Colombano.

Entre Aïti et Cima al Lorzale, le long du ravin avec fontaine indiquée sur la carte, on trouve une roche à l'état de brèche passant à un conglomérat et finalement à un poudingue. Les fragments de la brèche et du conglomérat sont de roches diverses, dont plusieurs proviennent des schistes lustrés et d'autres de calcaire gris et même de la granulite. Plus au Sud, mais sur le même versant, entre la Cima al Lorzale et la Cima al Cucco et cela plutôt en face du mont San Angelo, brèche, conglomérat et poudingue, comprennent des calcaires gris, à patine blanche. Les bancs de ces calcaires gris s'arrêtent assez rapidement vers le Sud de la Cima al Cucco ; ceux des rochers de Pietraccia et de monte Pollino disparaissent également vers le Sud, en avant de la boucle que forme la ligne du chemin de fer, avec apparition de sédiments subordonnés appartenant, soit au sous-système liasique, soit au Trias. Entre Soveria et le col de San Quilico il existe un broyage de ces derniers sédiments et d'autres appartenant aux schistes lustrés, mais au sommet du col de San Quilico les calcaires du Crétacé y sont représentés¹. Plus au Sud, pour les retrouver, il faut aller à Saint-Pierre de Venaco et de là à l'Ouest de Venaco, soit au rocher du Razzo Bianco où ils reposent sur la protogine. Enfin, on en trouve encore à l'Ouest de Lugodi Nazzà et de Poggio di Nazzà.

Le rocher du Razzo Bianco est à environ 900 m. d'altitude. Il est au Sud-Ouest de Venaco, au lieu dit : Carrière de marbre. Il est principalement formé par un calcaire cristallin d'un blanc grisâtre. Il est encadré dans la protogine et l'on peut constater que les bancs sont légèrement plissés et rompus et que, de ce côté, sont adossés, en discordance angulaire, des schistes verts englobant des fragments de calcaire du Razzo Bianco et de la protogine², qui progressivement, passent à l'état de galets, que l'on

1. Géologie de la Corse, *loc. cit.*, p. 166.

2. Je rappellerai que, dès 1820, Gueymard, en parlant des schistes près du pays de Venaco, qui succèdent aux protogines, ajoute : « Il y a dans une de ces couches des espèces de rognons ou de nœuds de calcaire de même nature que ceux déjà décrits ».

En 1905, M. Savorina a signalé, dans le poudingue de Venaco, « des débris de fragments roulés de protogine », ajoutant : « C'est quelquefois une véritable arkose de protogine. » Enfin, dans la séance de la Société géologique de France du 17 décembre 1906, il dit : « Que parmi les galets, il y en a de protogine indiquant que cette roche est antérieure à la formation du poudingue ».

peut voir sur le chemin ou au bord de ce chemin qui va de Venaco à la carrière. Enfin, succédant à ces sédiments, sont ceux du poudingue dit de Venaco. Ces derniers forment une masse très importante, une vraie montagne, dont les gros bancs sont incurvés de l'Ouest à l'Est. Ces bancs descendent vers le Sud, alors le poudingue est à noyaux plus petits, il a été désigné par Gueymard sous le nom de grès, formant au pont du Vecchio « une couche subordonnée au milieu de la protogine de Corte. Les noyaux sont ordinairement de la grosseur d'une noix ; leur nature est le quartz grisâtre, amorphe, hyalin blanc et bleu de roi ; le ciment est euritique ou argilo-siliceux » (Gueymard).

M. Maury dans une note préliminaire sur la stratigraphie et la tectonique de la Corse orientale¹ dit : « On voit au-dessus du granite laminé (protogine) du Monte Cardo un poudingue à gros éléments contenant des roches cristallines et aussi *des blocs de calcaire cristallin analogue au calcaire qui se trouve dans le poudingue supra-nummulitique du col de San Colombano, près de Palasca* » ; c'est-à-dire un poudingue dépendant ici du poudingue de Venaco et qui, stratigraphiquement, correspond au conglomérat et au poudingue de Caporalino-Omessa et aussi à ceux signalés sur le Nummulitique autochtone de la Balagne.

Il me paraît donc possible de conclure que les calcaires cristallins du Razzo Bianco, de Poggio di Nazza, aussi bien que ceux des environs de Servadio et du col de Colombano, appartiennent au Crétacé, comme ceux des rochers de Pietraccia et de Monte Pollino ; tandis que les sédiments à gros fragments de calcaires cristallins, avec Polypiers et sections de Mollusques, aussi bien que les conglomérats à débris de calcaires cristallins, le tout disséminé dans des schistes calcaires ou alternant avec eux, appartiennent au Nummulitique. *Il en résulte, qu'en Balagne, il y a, sur une grande surface, du Nummulitique charrié sur du Nummulitique autochtone* (Fig. 2 et 4).

Notons que le conglomérat de la Balagne, à fragments ou galets de calcaire gris et à galets de granulite, se présente aussi sur une grande épaisseur, si bien que s'il était disposé en couches fortement relevées, il formerait certainement de hautes montagnes.

Dans la « Géologie de la Corse », édition 1917, j'ai admis la présence de deux nappes que j'ai désignées : première nappe ou des schistes lustrés ; deuxième nappe ou des sédiments non métamorphiques. Cette deuxième nappe correspond très probablement à l'une des nappes supérieures des Alpes.

1. *Loc. cit.*, p. 284.

En Savoie, dans la Maurienne, entre Saint-Michel et Villargondran, on trouve des sédiments refoulés, plissés et charriés, comprenant, de bas en haut, les niveaux suivants : Permo-Houiller, Trias, Rhétien, Lias calcaire et schisteux, avec brèche dite du Télégraphe, Tithonique, poudingue considérablement développé aux Aiguilles d'Arves, poudingue dans lequel M. Gignoux a trouvé, je crois, des Nummulites; enfin les calcaires à Nummulites de Montricher suivis d'une longue série de sédiments nummulitiques où l'on trouve les ardoises de Saint-Julien. Le tout est englobé dans la nappe IV de M. Argand, dite du Grand Saint-Bernard comprenant d'après lui : Éogène du complexe des nappes des Aiguilles d'Arves, de l'Embrunais-Ubaye, des Alpes-Maritimes italiennes... Or, cet ensemble de sédiments rappelle assez nettement ceux composant notre nappe supérieure qui comprend des sédiments des niveaux suivants : Permo-Houiller, Trias, Rhétien, Lias calcaire avec brèche du Télégraphe, Tithonique ? Calcaires à Rudistes appartenant très probablement au Turonien, poudingue très développé en Balagne et entre Saint-Pierre de Venaco et le pont du Vecchio, calcaires avec Nummulites, suivis d'une longue série de sédiments nummulitiques. Cette nappe correspondrait-elle à la nappe IV du Grand Saint-Bernard de M. Argand ? Peut-être, surtout si l'on trouvait intercalés dans celle-ci, les calcaires à Rudistes; mais ne serait-ce pas la position de ceux du col de l'Argentière ?

*
**

Au Nord de Monte Pollino on trouve les calcaires du Crétacé au rocher de la Tour de Tavole; ce sont eux qui forment les rochers de Mutereno, de P^{ta} Pietralbi et du col de San Colombano, ainsi qu'on l'a vu plus haut. On les connaît également à l'Ouest du village de Pietralba. Tous ces calcaires sont indiqués sur la feuille de Bastia, due à M. Maury, avec la notation c^{2-1a} pour le calcaire de San Colombano et c^{2-1b} pour ceux de P^{ta} Pietralbi et du village de Pietralba, et je crois que ceux des rochers de Tramonti et de Padula, dans le Nobbio, appartiennent au même niveau. En résumé, ces calcaires, que je considère comme appartenant au Crétacé, forment une série de rochers plus ou moins isolés sur tout le front occidental de la nappe supérieure (Fig. 4). Une telle situation me paraît être en rapport avec une petite chaîne qui a été spécialement disloquée au moment du charriage de cette nappe; mais où était cette chaîne avant le charriage ? Les relations entre ces calcaires et leur substratum

sont le plus souvent confuses, cependant il est certain que leur manière d'être indique presque toujours une superposition aux sédiments du sous-système liasique, du Rhétien et du Trias, qui sont à faciès de ceux de la zone des Aiguilles d'Arves et comme le tout a été charrié en même temps, on peut admettre que tous ces sédiments sont partis de la même région. D'un autre côté, les calcaires du Crétacé sont intimement liés aux premiers sédiments nummulitiques, c'est-à-dire qu'à ses débuts la mer nummulitique a eu pour rivage ces calcaires qu'elle a démantelés. D'après ces observations, je pense : 1° que les calcaires à Rudistes, Nérinées et autres fossiles à test épais, ont été formés non loin du géantoclinal du Briançonnais ; 2° que la mer nummulitique, au Lutétien supérieur, a eu pour rivage la petite chaîne déjà plissée et disloquée que formaient alors ces calcaires ; 3° enfin, que cet ensemble de faits a eu lieu dans une région située à l'Est de la Corse.



FIG. 4. — SITUATION APPROXIMATIVE DU CALCAIRE CRÉTACÉ DE LA NAPPE SUPÉRIEURE. 1, Rochers isolés de calcaire appartenant au Turonien ; 2, Sédiments du Nummulitique autochtone ; 3, Protogine.

Conclusions. — La présence du Nummulitique charrié, appartenant à la nappe supérieure, sur les schistes à Fucoïdes du Nummulitique autochtone de la Balagne, à poudingue de base, enraciné sur la Corse cristalline, permet de considérer l'arrivée de cette nappe comme ayant eu lieu pendant l'Oligocène ;

Comme les sédiments inférieurs du Néogène de Saint-Florent, qui appartiennent au Burdigalien, reposent sur le Nummulitique charrié de la nappe supérieure, il en résulte, qu'au point de vue des formations sédimentaires de la Corse, l'arrivée de cette nappe se place entre l'Oligocène et le Burdigalien ;

Les conglomérats du Nummulitique charrié de la Balagne ne sont pas des sédiments supra-nummulitiques, mais, au contraire, des sédiments caractérisant la base du Nummulitique ;

Les sédiments du Nummulitique charrié de la nappe supérieure, reposant sur le gabbro de la Cima Debbione et sur celui de la Navaccia, il en résulte que l'apparition de ces gabbros est antérieure à l'arrivée de cette nappe ;

Les gabbros de nos schistes lustrés ont joué le principal rôle dans leur métamorphisme ; si le gabbro de la Navaccia était arrivé au sein des sédiments nummulitiques autochtones de la Balagne, il y aurait joué le même rôle, ce qui n'est pas ;

Les gabbros de nos schistes lustrés sont d'âge mésozoïque (soit du Trias, soit du sous-système liasique), il en résulte que si le gabbro de la Navaccia était d'âge oligocène, le réveil du magma à roches basiques, à ce moment, n'aurait eu lieu, en Corse, que sur le petit espace du golfe nummulitique de la Balagne.

Enfin, pour les gabbros du Nebbio, les sédiments de la nappe supérieure ayant été charriés sur eux et non traversés par eux, ne peuvent être considérés comme étant d'âge oligocène.

BRYOZOAIRES CRÉTACÉS DES PYRÉNÉES ¹

PAR F. Canu.

PLANCHES IV-VI.

Les matériaux étudiés dans la présente note proviennent surtout d'une caisse de sable fossilifère de Latoue acquise dans le commerce en 1902. M. A. de Grossouvre m'a communiqué quelques tubes provenant de ses courses dans la région. Enfin quelques spécimens proviennent de deux tubes déposés en 1903 à l'École des Mines avec les types de Leymerie.

Les localités étudiées sont situées dans la Haute-Garonne. Ce sont : Latoue ; Saint-Gaudens ; Saint-Gaudens, métairie du Terme, gisement situé à 10 km. N de la ville ; Saint-Marcet ; Saint-Marcet, côte du Terme, troisième niveau à *Orbitoides* de M. de Grossouvre ; Saint-Marcet, route de Saint-Gaudens, premier niveau à *Orbitoides* de M. de Grossouvre ; Gensac, bois de la Barade ; Gensac, gisement situé au NE du village ; Roquefort, marnes à *Orbitoides socialis* de M. de Grossouvre ; Cazeneuve.

Tous ces gisements appartiennent au Maestrichtien que M. de Grossouvre considère comme un faciès du Crétacé supérieur.

Ici, comme à Maestricht, la faune est dominée par le genre *Beisselina* de la famille des *Acroporidae* et dont les représentants sont dans la proportion de 4 sur 5. J'ai créé cette famille en 1913 ; elle est éteinte car elle n'atteint pas le Miocène. Pour l'établir j'ai pris en considération sa répartition géologique et la nature toute particulière de sa calcification. Mais pour tous les autres caractères, elle est très voisine de la très importante famille des *Escharellidae* dont elle n'est peut-être que le groupe ancestral.

La frontale est couverte d'aviculaires grands ou petits mais jamais saillants. Cette apparition simultanée à des centaines de kilomètres, du Limbourg à la Haute-Garonne, est absolument remarquable ; elle paraît correspondre, mais pas uniquement, à des courants violents et à des eaux extrêmement agitées.

La profondeur d'eau est peu grande et la faune est sublittorale. Les spécimens sont beaucoup moins bien conservés qu'à

1. Note présentée à la séance du 16 juin 1919.

Royan et leur détermination est beaucoup plus difficile. L'intérieur des zoécies est rempli de vase durcie, de sorte que les sections sont absolument inutilisables.

BRYOZOAIRES CHEILOSTOMES.

ALDERINA PYRIFORMIS D'ORBIGNY, 1852.

1852. *Membranipora pyriformis* D'ORBIGNY. P. F. Bryozoaires crétacés, p. 557, pl. 729, fig. 19, 20.

La figure de d'Orbigny n'est pas très exacte parce que les zoécies sont déformées par le substratum. En réalité les opésies sont simplement ovales. L'ovicelle est toute petite, hyperstomiale, jamais fermée par l'opercule. Il n'y a pas d'aviculaire.

Notre spécimen, placé sur un petit caillou très irrégulier, ne peut être photographié utilement.

Localité. — Maestrichtien de Saint-Marcet (côte du Terme).

ALDERINA PYRENAICA n. sp.

PL. V, FIG. 1.

Diagnose. — Le zoarium encroûte les Bryozoaires. Les zoécies sont distinctes, séparées par un sillon profond, très irrégulières; ovales ou orbiculaires; le cadre est mince et arrondi. L'ovicelle est petite, hyperstomiale, très largement ouverte.

$$\text{Opésie} \begin{cases} \text{ho} = 0,45-0,50 \\ \text{lo} = 0,40-0,55 \end{cases} \quad \text{Zoécies} \begin{cases} \text{Lz} = 0,60-0,65 \\ \text{lz} = 0,55-0,65 \end{cases}$$

Localité. — Maestrichtien de Cazeneuve.

ONYCHOCELLA GIRONDINA D'ORBIGNY, 1852.

1851. *Eschara girondina* D'ORBIGNY. P. F. Bryozoaires crétacés, p. 106, pl. 602, fig. 9-11, fig. 14-16 (Oceani), pl. 673, fig. 1.

1900. *Rhagasostoma girondina* CANU. Revision des Bryozoaires figurés par d'Orbigny. B. S. G. F., (3), XXVIII, p. 433.

C'est à tort que j'ai rangé cette espèce en *Rhagasostoma*. De meilleurs échantillons m'ont permis d'étudier l'ovicelle. Comme elle est endozoéciale, il faut ranger cette espèce dans le genre *Onychocella*. Elle est très voisine de *Onychocella dichotoma* GOLDFUSS, 1827, dont elle paraît être le représentant méridional, par ses variations bizarres et étranges. Elle en diffère par son onychocellaire plus petit, droit ou à peine courbé, jamais falci-

forme, dont la mandibule devait être à peu près dégarnie de son expansion membraneuse.

Avec *Onychocella sexangularis* HAGENOW, 1851, et *Onychocella rimosa* MARSSON, 1887, ces deux espèces forment un groupe très particulier caractérisé par des échancrures opésiulaires symétriquement disposées, par un filet saillant autour de l'opésie, et par l'éloignement de cette dernière du bord distal de la zoécie. Il est difficile d'en faire un genre spécial car nous ne voyons pas bien à quelles fonctions correspondent les différences signalées.

Elle diffère encore de *Onychocella Delarueana* D'ORBIGNY, 1852, par ses zoécies hexagonales, par un sillon séparatif, par une opésie marginée et par sa convexité polypidienne plus courte et non distincte du cryptocyste.

Localités. — Maestrichtien de Cazeneuve (commun) de Latoue, de Gensac et de Saint-Gaudens (route de Saint-Marcet). D'Orbigny la cite de Royan. Dans ma collection, je l'ai du Campanien supérieur de Montmoreau et de Berneuil; et du Maestrichtien de Condeou, Poulipiac (Le Gabriel), Manie Roux, Bessac, Allas, Mouchard, dans les Charentes.

ONYCHOCELLA RIMOSA MARSSON, 1887.

PL. IV, FIG. 9, 10.

1887. *Eschara rimosa* MARSSON. Die Bryozoen der Weissenschreibkreide der Insel Rügen. *Paläontologische Abhandlungen*, IV, p. 88.

Hennig, 1892, fait entrer cette espèce dans la synonymie de *Onychocella dichotoma* GOLDFUSS, 1827, comme forme jeune. La figure très bien faite de Marsson ne permet cependant aucune confusion. Le magnifique spécimen que j'ai trouvé à Cazeneuve est très différent par la grandeur et la forme de son onychocellaire de *Onychocella Girondina* D'ORBIGNY, 1852.

Il est assez remarquable que les spécimens du groupe *dichotoma* soient très rarement ovicellés. Sur une centaine d'exemplaires de ma collection il n'y a que deux ovicelles !

Localité. — Maestrichtien de Cazeneuve.

Distribution géologique. — Campanien de l'île de Rügen (Marsson).

ONYCHOCELLA DELARUEANA D'ORBIGNY, 1852.

1852. *Eschara Delarueana* D'ORBIGNY. P. F. Bryozoaires crétacés, p. 105, pl. 602, fig. 6-8, pl. 673, fig. 8.

1886. *Amphiblestrum Delarueanum* PERGENS et MEUNIER. La faune des

Bryozoaires du Garumnien de Faxe. *Annales de la Société royale malacologique de Belgique*, XXI, p. 241.

1900 *Rhagasostoma Delarueana* CANU. Revision des Bryozoaires du Crétacé figurés par d'Orbigny. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, p. 432 (Bibliographie).

$$\text{Opésie} \begin{cases} \text{ho} = 0,16 \\ \text{lo} = 0,20 \end{cases} \quad \text{Zoécies} \begin{cases} \text{Lz} = 0,70 \\ \text{lz} = 0,50 \end{cases}$$

Je me suis trompé en 1900 sur l'attribution générique de cette espèce : la nature de l'ovicelle n'était pas alors considérée comme importante et la forme seule de l'apertura déterminait les genres.

Le bord proximal de l'apertura (ou convexité polypidienne) n'est pas symétrique à cause de l'inégale grandeur des échancrures opésiulaires placées latéralement. J'ai déjà expliqué que cette disposition est occasionnée dans les genres *Onychocella* et *Steganoporella* par les muscles rétracteurs du polypide qui sont attachés dans un des coins inférieurs de la zoécie. La place inégale réservée aux muscles opésiulaires provoque leur dissymétrie, celle des échancrures leur servant de passage.

Une autre particularité importante de cette espèce est la séparation du cryptocyste et de la convexité polypidienne malheureusement non indiquée sur les figures de d'Orbigny. Cette convexité est ici une petite lamelle distincte visible au fond de l'opésie. Cette disposition est la caractéristique même de l'espèce.

Localités. — Maestrichtien de Latoue (très commun), de Genzac et de Saint-Marcet (côte du Terme).

Distribution géologique. — Coniacien de Saint-Paterne (Pergens)¹ ; Campanien de Rugen (Marsson) ; Danien de Faxe (Pergens).

ONYCHOCELLA SUBPYRIFORMIS HAGENOW, 1851.

PL. IV, FIG. 8.

1851. *Cellepora subpyriformis* HAGENOW. Die Bryozoen der Maestrichter Kreidebildung, p. 96, pl. xi, fig. 7.

$$\text{Opésie} \begin{cases} \text{ho} = 0,30-0,35 \\ \text{lo} = 21-0,0,24 \end{cases} \quad \text{Zoécie} \begin{cases} \text{Lz} = 0,60-0,75 \\ \text{lz} = 0,50 \end{cases}$$

Cette espèce est bien caractérisée par son onychocellaire petit et droit et par ses vagues échancrures opésiulaires. L'ovicelle est inconnue de sorte que son attribution générique est peut-être mauvaise.

Les mesures micrométriques de l'opésie sont très variables. Elle est transverse et mesure 0,26 sur 0,30 sur un spécimen de

1. Je n'ai jamais trouvé cette espèce dans cette localité. Je pense que c'est une erreur de détermination de Pergens.

ma collection provenant du Maestrichtien de Deviat (Charente-Inférieure).

Localité. — Maestrichtien de Cazeneuve sur un Bryozoaire.

Distribution géologique. — Maestricht.

ONYCHOCELLA IRREGULARIS HAGENOW, 1839.

1839. *Eschara irregularis* HAGENOW. Monographie der Rügenschcn Kreide-Versteinerungen. *Leonhard und Bronn's Neues Jahrbuch*, p. 276.

1900. *Onychocella irregularis* CANU. Révision des Bryozoaires crétacés figurés par d'Orbigny. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, p. 392 (Bibliographie).

Cette espèce encroûte les Foraminifères ou les coquillages. Elle n'est pas rare dans les terrains crétacés, mais elle ne paraît se complaire que dans certaines localités déterminées.

Localité. — Maestrichtien de Latoue (commun).

Distribution géologique. — Campanien de Suède et de Rugen, Maestrichtien du Limbourg.

Les auteurs le citent depuis le Turonien.

OGIVA GRANDIS n. sp.

PL. IV, FIG. 1, 2.

Diagnose. — Le zoarium est libre, bilamellaire, bifurqué, à frondes comprimées. Les zoécies sont grandes, allongées, distinctes, séparées par un filet saillant, ogivales ; le cryptocyste est lisse, concave, aussi long que l'opésie. L'opésie est elliptique, allongée, souvent entourée par un filet saillant. L'*onyhocellaire* est très grand ; droit, à bec triangulaire et saillant en avant du plan zoécial ; son opésie est plus grande qu'une opésie zoéciale.

$$\begin{array}{l} \text{Opésie} \left\{ \begin{array}{l} h_o = 0,40 \\ l_o = 0,21 \end{array} \right. \qquad \text{Zoécie} \left\{ \begin{array}{l} L_z = 1,00 \\ l_z = 0,60 \end{array} \right. \end{array}$$

Affinités. — Il diffère de *Vincularia lepida* d'ORBIGNY, 1852, par son zoarium beaucoup plus grand, pas plus de six séries longitudinales de zoécies et par des dimensions micrométriques supérieures à 0,57-0,71.

L'ovicelle est inconnue, de sorte qu'il est difficile de faire une attribution générique certaine. Le genre *Membranicellaria* LEVINSSEN, 1909, offre des dispositions zoéciales analogues, mais l'ovicelle y est endotoïchale¹.

Localité. — Maestrichtien de Saint-Marcet (côté du Terme).

1. L'ovicelle endotoïchale ou cassiforme est une petite logette spéciale disposée entre la zoécie dont elle dépend et la zoécie supérieure ; son orifice est parallèle à celui de la zoécie et sans connexité apparente avec lui. Elle caractérise notamment la famille des *Cellaridæ*.

OGIVA GRACILIS D'ORBIGNY *n. sp.*

PL. IV, FIG. 13, 14.

1852. *Biflustra gracilis* D'ORBIGNY. P. F. Bryozoaires crétacés, p. 258, pl. 690, fig. 11-13.

Le spécimen du Muséum, figuré par d'Orbigny, m'avait paru quelque peu altéré. Notre nouveau spécimen offre le même aspect qui semblerait dès lors être normal ; mais il contient 7 rangées longitudinales de zoécies au lieu de 5.

Localité. — Maestrichtien de Gensac.

D'Orbigny le signale dans le même étage à Pons (le Fief Neuf) (Charente-Inférieure).

SMITTIPORA VERTICILLATA D'ORBIGNY, 1852.

1852. *Vincularia verticillata* D'ORBIGNY. P. F. Bryozoaires crétacés, p. 86, 189, pl. 659, fig. 4-6.

Cette espèce est caractérisée par la présence de zoécies plus grandes que les zoécies normales. Sur la figure de d'Orbigny, elles sont disposées en verticille ; ici elles sont toujours isolées. Cette différence ne nous paraît pas spécifique.

Localités. — Maestrichtien de Saint-Gaudens, de Saint-Marçet (côte du Terme), de Latoue (assez commun).

Distribution géologique. — Santonien de Vendôme (d'Orbigny).

AECHEMELLA PAVONIA HAGENOW, 1839.

1839. *Cellepora pavonia* HAGENOW. Monographie der Rügen'schen Kreideversteinerungen, p. 270, pl. 4, fig. 9.

1887. *Homalostega pavonia* MARSSON. Die Bryozoen der Insel Rügen. Paläontologische Abhandlungen, IV, p. 93, pl. ix, fig. 14 (Bibliographie).

Notre espèce encroûte un Bryozoaire ; elle est ovicellée. Les petits onychocellaires interzoéciaux en fer de lance sont très réguliers et très constants.

Localité. — Maestrichtien de Saint-Gaudens (métairie du Terme).

SEMIESCHARA DISPARILIS D'ORBIGNY, 1852.

1852. *Semieschारा disparilis* D'ORBIGNY. P. F. Bryozoaires crétacés, p. 375, pl. 709, fig. 9-12.

Notre spécimen est rigoureusement semblable à la figure don-

née par d'Orbigny, mais il encroûte un Foraminifère. Comme nous en ignorons l'ovicelle et l'onychocellaire, il nous est impossible de faire un classement générique selon la méthode zoologique.

Cette espèce nous paraît voisine de *Onychocella irregularis* HAGENOW, 1851.

Localité. — Maestrichtien de Latoue.

Distribution géologique. — Campanien de Meudon (d'Orbigny).

FLUSTRELLA MARGINATA D'ORBIGNY, 1852.

1852. *Flustrella marginata* D'ORBIGNY. P. F. Bryozoaires crétacés, p. 295, pl. 700, fig. 7, 8, 9.

1852. *Biflustra tessellata* D'ORBIGNY. *Ibid.*, p. 271, pl. 694, fig. 7, 8, 9.

1852. *Biflustra divergens* D'ORBIGNY. *Ibid.*, p. 265, pl. 692, fig. 16, 17, 18.

Les trois figures de d'Orbigny sont les aspects divers d'une même espèce dont les spécimens ont été recueillis dans la même localité de Sainte-Colombe (Manche). Le *Flustrella marginata* est la forme la mieux conservée; le *Biflustra divergens* est la forme la plus altérée. Le pore spécial de d'Orbigny est un aviculaire rond et saillant qui a perdu son pivot.

Notre spécimen correspond assez bien au *B. tessellata*, sur lequel les caractères essentiels de l'espèce sont encore bien visibles.

L'ovicelle n'étant pas encore découverte, il est impossible d'introduire cette espèce dans la nomenclature moderne. De plus, c'est à tort que je l'ai identifiée, en 1900, avec le *Biflustra lacrymopora* dont l'aviculaire est triangulaire.

Localité. — Maestrichtien de Saint-Gaudens.

Distribution géologique. — Maestrichtien de Sainte-Colombe (Manche) (d'Orbigny).

FLUSTRELLA IRREGULARIS D'ORBIGNY, 1852.

PL. V, FIG. 2, 3.

1852. *Flustrella irregularis* D'ORBIGNY. P. F. Bryozoaires crétacés, p. 698, fig. 8-11.

Le zoarium de nos spécimens est petit et étroit, très différent donc de celui figuré par d'Orbigny. Les opésies ovales et les gros aviculaires interopésiaux paraissent à peu près identiques.

Comme nous ne sommes pas rigoureusement certain de notre détermination, nous figurons le meilleur spécimen. L'absence d'ovicelle ne permet pas de le classer dans la nomenclature zoologique.

L'opésie mesure 0,60 sur 0,30.

Localités. — Maestrichtien de Saint-Gaudens et de Gensac.

Distribution géologique. — Campanien de Meudon (d'Orbigny).

RHAGASOSTOMA CELSOPORA n. sp.

PL. V, FIG. 7, 8, 9, 10.

Diagnose. — Le zoarium est libre, bilamellaire, à frondes comprimées et bifurquées, larges de 2-3 mm. Les zoécies sont distinctes, allongées, hexagonales ou ogivales, non séparées les unes des autres ; le cadre est épais et arrondi ; le cryptocyste est profond, lisse, un peu concave. L'opésie est haute, ogivale, plus ou moins bordée par un filet saillant ; la convexité polypidienne est très convexe, escortée de deux échancrures opésiulaires inégales. L'ovicelle est hyperstomiale. L'onychocellaire est falciforme avec une petite opésie elliptique.

$$\text{Opésie} \begin{cases} \text{ho} = 0,20 \\ \text{lo} = 0,15 \end{cases} \quad \text{Zoécie} \begin{cases} \text{Lz} = 0,50-0,55 \\ \text{lz} = 0,35 \end{cases}$$

Affinités. — L'onychocellaire n'est pas très constant dans sa forme ; son canalicule distal s'élargit de manière à pouvoir loger une grande expansion aliforme de la mandibule (fig. 10).

Le cryptocyste de l'onychocellaire est toujours perforé par un pore servant de passage au muscle releveur de la mandibule ; j'ai appelé *réticulocellaire* cette variété particulière d'aviculaire caractérisant d'ailleurs le genre *Rhagasostoma*.

Il diffère de *Onychocella claudia* D'ORBIGNY, 1852, et de *Onychocella cytherea* D'ORBIGNY, 1852, dont les onychocellaires sont identiques, par le zoarium beaucoup plus large et non vinculariforme et par son opésie non transverse.

Il diffère de *Onychocella lamarcki* HAGENOW, 1851, avec lequel il peut être facilement confondu par l'ensemble de ses caractères, par son zoarium arborescent et non lamelleux et par son opésie plus haute que large.

Localités. — Maestrichtien de Saint-Marcet (côte du Terme), de Cazeneuve (commun), de Gensac et de Saint-Gaudens.

RHAGASOSTOMA XIPHIA D'ORBIGNY, 1852.

PL. IV, FIG. 5.

1852. *Cellepora xiphia* D'ORBIGNY. P. F. Bryoz. créta., p. 413, pl. 713, fig. 3, 4.

1892. *Lepralia xiphia* PERGENS. Bryozoaires de Sainte-Paterne. *Bull. Soc. belge de Géologie*, VI, p. 216.

1900. *Rhagasostoma xiphia* CANU. Revision des Bryozoaires crétaqués figurés par d'Orbigny. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, p. 433.

3 mai 1920.

Bull. Soc. géol. Fr. (4), XIX. — 13

Par la forme des cellules il se rapproche de *Eschara aspasia* D'ORBIGNY, 1852. Il en diffère par son apertura plus grande et par un cryptocyste beaucoup moins développé.

Le zoarium est formé de très larges frondes.

Localités. — Maestrichtien de Latoue, Saint-Gaudens (métairie du Terme), de la route de Saint-Marcet et de Roquefort.

Distribution géologique. — Maestrichtien de Nehou, Manche (d'Orbigny) et de Maestricht (Waters).

ESCHARIFORA MULLERI HAGENOW, 1851.

1851. *Eschara Mulleri* HAGENOW. Die Bryozoen der Maastrichter Kreidebildung, p. 72, pl. 8, fig. 18.

Cette espèce est bien caractérisée par ses petites dimensions micrométriques et par ses onychocellaires disposés longitudinalement au voisinage des marges zoéciales. A Maestricht les colonies sont beaucoup plus grandes.

Les pores sont disposés sur le cadre, ils sont gros et au nombre de 7 ou 8.

Localité. — Maestrichtien de Saint-Gaudens.

Distribution géologique. — Maestricht.

ESCHARIFORA GRANDIPOROSA n. sp.

PL. V, FIG. 11, 12.

Diagnose. — Le zoarium est libre, bilamellaire, formé de petites frondes bifurquées, larges de 1,5 mm. Les zoécies sont peu distinctes et réunies entre elles par leur cadre ; le cryptocyste est profond, concave, peu développé. L'apertura est semielliptique, transverse ; le bord proximal est droit et porte deux échancrures latérales très petites. 5-6 très grands pores entourent chaque zoécie. L'onychocellaire est droit, rhomboïdal et terminé par un canal distal très étroit.

$$\text{Apertura } \left\{ \begin{array}{l} \text{ha} = 0,07 \\ \text{la} = 0,12 \end{array} \right. \quad \text{Zoécie } \left\{ \begin{array}{l} \text{Lz} = 0,40-0,50 \\ \text{lz} = 0,30 \end{array} \right.$$

Affinités. — Quand les zoécies sont distinctes et séparées par un sillon, il n'y a que deux gros pores distaux.

Il diffère de *Escharifora quinquepunctata* HAGENOW, 1851, par son apertura semielliptique et non ronde. Mais je n'ai pas encore retrouvé l'espèce de Maestricht et il se pourrait très bien que la figure de Hagenow soit erronée ou exécutée d'après un mauvais spécimen.

Les pores mystérieux caractéristiques du genre sont ici très constants et très grands.

Localité. — Maestrichtien de Cazeneuve.

Genre *Beisselina* CANU, 1913.

J'ai expliqué la structure de ce genre remarquable ¹, car l'aspect extérieur est très variable. Il caractérise le Crétacé supérieur par l'abondance extrême des spécimens, abondance aussi inopinée que leur disparition a été rapide.

La détermination de ces fossiles offre des difficultés insurmontables dans un grand nombre de cas. A moins d'avoir la chance de trouver un spécimen correspondant à une figure publiée, il est toujours préférable de s'abstenir. Une série importante de spécimens permet de meilleures déterminations. Les aviculaires se développent en grand nombre sur la surface de la colonie sans aucun ordre apparent et leur aspect est aussi variable.

BEISSELINA PUSTULOSA n. sp.

PL. IV, FIG. 3, 4.

Diagnose. — *Zoarium* libre, bilamellaire, formé de larges frondes bifurquées. Les *zoécies* sont indistinctes et cachées par de nombreux *aviculaires* saillants à pivot. Le péristome est orbiculaire, mince, à peine saillant. Les grands *aviculaires* sont très grands, ovales, à pivot, à bec très saillant sur le plan zoécial.

Diamètre du péristome = 0,20.

Largeur des frondes = 4 à 5 mm.

Affinités. — C'est la plus belle espèce du genre. Elle est couverte de *pustules* aviculariennes qui la distinguent facilement et qui permettent une détermination aussi rapide qu'exacte.

Nous n'avons, dans les mers récentes, aucun genre analogue ou voisin qui puisse nous permettre de restaurer le genre de vie des espèces de ce genre aussi mystérieux que remarquable.

Localités. — Maestrichtien de Cazeneuve (commun), Roquefort, Gensac, Saint-Gaudens (métairie du Terme), Saint-Marcet (côte du Terme).

Je l'ai aussi de Royan (Charente-Inférieure).

1. F. CANU. Études morphologiques sur trois nouvelles familles de Bryozoaires *B. S. G. F.*, (4), XIII, p. 138.

BEISSELINA CORONATA HAGENOW, 1851.

PL. V, FIG. 14, 15, 16.

1851. *Eschara coronata* HAGENOW. Die Bryozoen der Maastrichter Kreidebildung, p. 64, pl. 7, fig. 7, 8.

Hagenow a publié deux figures très dissemblables de cette espèce. Ce n'est pas une erreur. J'ai eu de la chance de trouver des spécimens identiques, ainsi que tous les intermédiaires. Notre figure 16 correspond à la figure 7 d'Hagenow.

Il y a deux gros aviculaires distaux, elliptiques, munis d'un pivot de présence à peu près constante ; les aviculaires frontaux sont très irréguliers.

Le péristomice, bien que très irrégulier, présente toujours un bord proximal droit ou concave.

Localité. — Maestrichtien de Saint-Gaudens.

Distribution géologique. — Maestricht.

BEISSELINA LABIATULA n. sp.

PL. V, FIG. 17, 18.

Diagnose. — Le *zoarium* est libre, bilamellaire, bifurqué, à section elliptique. Les *zoécies* sont peu distinctes, allongées, lisses ; la frontale est perforée par un très gros ascopore orbiculaire. Le péristome est épais et peu saillant ; le péristomice est orbiculaire et déformé par une sorte de *lèvre* épaisse proximale et très saillante. Il y a quelques *aviculaires* disséminés entre les *apertura*.

Diamètre du péristomice = 0,12

Longueur zoéciale = 0,45-0,50

Localité. — Maestrichtien de Saint-Gaudens.

BEISSELINA MUCRONATA n. sp.

PL. V, FIG. 19, 20.

Diagnose. — Le *zoarium* est libre, arborescent, bilamellaire à section transversale presque orbiculaire. Les *zoécies* sont indistinctes ; la frontale est perforée par un gros ascopore médian. L'*apertura* est cachée par un *mucron* très saillant. Il y a 2-3 *aviculaires* orbiculaires irrégulièrement disséminés sur la frontale.

Diamètre du péristomice = 0,12,5

Longueur zoéciale = 0,40-0,55

Localité. — Maestrichtien de Saint-Gaudens (Métairie du Terme).

BEISSELINA BORYANA HAGENOW, 1851.

PL. VI, FIG. 1, 2, 3, 4, 5, 6.

1851. *Eschara Boryana* HAGENOW. Die Bryozoen der Maastrichter Kreidebildung, p. 67, pl. 8, fig. 3.

1913. *Beisselina Boryana* CANU. Etudes sur trois nouvelles familles de Bryozoaires. *B. S. G. F.*, (4), XIII, p. 144, fig. 6.

Cette espèce est caractérisée par la disposition presque longitudinale de ses principaux aviculaires. Mais ceux-ci ne sont pas constants sur tous les débris zoariaux dont un grand nombre ne peuvent être déterminés que par comparaison. Nous avons figuré quelques-unes des principales variations ; la figure 1 montre sur une même colonie deux aspects totalement différents l'un de l'autre.

Localités. — Latoue, Saint-Gaudens (métairie du Terme), Gensac, Saint-Marcet. Partout très commun.

Distribution géologique. — Maestricht.

BEISSELINA SCOBINA LEYMERIE, 1851.

PL. VI, FIG. 7, 8, 9, 10, 11.

1851. *Eschara scobina* LEYMERIE. *Mém. Soc. géol. France*, (2), IV.

Diagnose. — Le zoarium est libre, bilamellaire à frondes bifurquées. Les zoécies sont peu distinctes, allongées ; la frontale est lisse, concave dans le sens longitudinal, perforée par un énorme ascopore orbiculaire placé au-dessous d'une péristomie assez longue, oblique et convexe. Le péristome est mince, orbiculaire, saillant. Il y a 1-2 aviculaires distaux, triangulaires, saillants.

$$\begin{array}{l} \text{Péristomie} \left\{ \begin{array}{l} \text{hpe} = 0,10 \\ \text{lpe} = 0,10 \end{array} \right. \quad \text{Zoécie} \left\{ \begin{array}{l} \text{Lz} = 0,50-0,55 \\ \text{lz} = 0,40 \end{array} \right. \end{array}$$

Variations. — J'ai eu la chance de trouver à l'École des Mines les types des figures de Leymerie ; comme elles sont mal dessinées j'en ai repris la photographie (fig. 11).

Cette espèce n'est pas si abondante que *Beisselina boryana* HAGENOW, 1851 : mais les spécimens sont encore assez communs et il n'est pas difficile d'en trouver.

A Royan (fig. 8), il n'y a généralement qu'un seul aviculaire placé juste au-dessus de l'apertura ; mais les zoécies à deux aviculaires ne sont pas rares. Dans la Haute-Garonne, les spécimens à deux aviculaires sont de beaucoup les plus fréquents

(fig. 10). Ils sont triangulaires, mais leur bec est tantôt dirigé extérieurement, tantôt dirigé vers l'axe zoécial.

L'*Eschara oculata* D'ORBIGNY, de Vendôme, paraît avoir des analogies avec notre espèce ; malheureusement je ne l'ai pas encore retrouvée, de sorte que je n'ose pas identifier ces deux espèces.

Localités. — Maestrichtien de Gensac, Saint-Marcet, Saint-Gaudens (métairie du Terme), Saint-Gaudens (faubourg).

Leymerie le cite du Bois de la Barade près Gensac et je la possède de Royan (Charente-Inférieure).

BEISSELINA VARIOLARIA LEYMERIE, 1851.

PL. VI, FIG. 12, 13.

1851. *Eschara variolaria* LEYMERIE. *Mém. Soc. géol. France*, (2), IV.

Diagnose. — Le zoarium est libre, bilamellaire, formé de frondes bifurquées droites ou larges. Les zoécies sont indistinctes ; la frontale porte des gros pores parmi lesquels l'ascopore est difficile à trouver. Le péristomice est orbiculaire et entouré d'un péristome épais mais non saillant. Entre les zoécies sont d'immenses aviculaires elliptiques, transverses, traversés par un fort pivot.

Diamètre du péristomice = 0,15

Largeur maxima des frondes = 5,00

Affinités. — Cette espèce est caractérisée par les énormes boursufflures irrégulièrement réparties sur la colonie ; ce sont d'immenses aviculaires comme il est facile de le constater sur les meilleurs spécimens. Ces organes n'existent jamais sur *Beisselina boryana* HAGENOW, 1851, ni sur *Beisselina scobina* LEYMERIE, 1851. Ils existent sur le magnifique *Beisselina pustulosa* n. sp. ; mais il en diffère par ses grands aviculaires elliptiques et non ovales et par ses pores frontaux démunis de péristome. Ces derniers sont probablement des aviculaires sans pivot.

Localités. — Maestrichtien de Gensac, Latoue, Saint-Gaudens (métairie du Terme).

Je le possède aussi de Royan, Charente-Inférieure.

PACHYTHECA FILIFORMIS D'ORBIGNY, 1852.

PL. V, FIG. 13.

1852. *Porina filiformis* D'ORBIGNY. P. F., Bryozoaires crétacés, p. 438, pl. 71 $\frac{1}{2}$, fig. 11-13.

1887. *Acropora filiformis* MARSSON. Die Bryozoen der Weissen schreibkreide der Insel Rügen, p. 83, pl. VII, fig. 2.

1900. *Porina filiformis* CANU. Révision des Bryozoaires figurés par d'Orbigny. *B.S.G.F.*, (3), xxviii, p. 461.
 1913. *Pachythea filiformis* CANU. Etudes sur trois nouvelles familles de Bryozoaires. *B.S.G.F.*, (4), xiii, p. 142, fig. 8.

Sur le péristome il y a 1-2 petits aviculaires qui ne sont pas dessinés sur la figure de d'Orbigny.

Localités. — Maestrichtien de Saint-Gaudens (métairie du Terme), Latoue, Saint-Marcet (côte du Terme).

Distribution géologique. — Campanien de Rugen (Marsson). Maestrichtien de Royan (d'Orbigny), de Saint-Palais (Canu). Danien de Moeü (Levinsen).

ESCHARA ARACHNOIDEA GOLDFUSS, 1827.

1827. *Eschara arachnoidea* GOLDFUSS. Petref. germ., I, p. 24, pl. viii, fig. 14.
 1831. *Eschara arachnoidea* HAGENOW. Die Bryozoen der Maastrichter Kreidebildung, p. 70, pl. viii, fig. 13.
 1887. *Taenioporina arachnoidea* MARSSON. Die Bryozoen der Weissen-schreibkreide der insel Rügen. *Palaeontologische Abhandlungen*, IV, p. 88.

C'est une mystérieuse espèce, dont nous ignorons totalement l'organisation interne et dont nous ne pouvons pas interpréter l'apparence externe. En créant un genre nouveau pour la recevoir, Marsson n'a pas ajouté la moindre contribution à sa connaissance. Nous en avons trouvé deux spécimens très bien conservés.

Localité. — Maestrichtien de Cazeneuve.

Distribution géologique. — Campanien de Rugen (Marsson). Maestrichtien du Limbourg (Hagenow):

CELLEPORA ACCUMULATA HAGENOW, 1839.

PL. IV, FIG. 11, 12.

1839. *Cellepora accumulata* HAGENOW. Monographie der Rugen'schen Kreideversteinerungen. *Leonhard und Bronn's Jahrbuch*, p. 270.
 1846. *Cellepora accumulata* HAGENOW in Geinitz' Grundriss der Versteinerungskunde, p. 611, pl. 23, fig. 32.
 1887. *Cellepora accumulata* MARSSON. Die Bryozoen der Weissen-schreibkreide der insel Rügen, p. 101, pl. x, fig. 16 (non synonymie).

Les Cellepores apparaissent dans le Crétacé supérieur ; mais les exemplaires sont en si petit nombre et si mal conservés qu'il n'a jamais été possible d'en faire une étude quelconque.

Je ne suis pas certain du tout de la détermination du seul

spécimen trouvé dans la Haute-Garonne. J'en donne une bonne photographie.

Localité. — Maestrichtien de Saint-Marcel (route de Saint-Gaudens).

BRYOZOAIRES CYCLOSTOMES OVICELLÉS.

Famille **Mecynæciadæ** CANU, 1917.

MECYNÆCIA MADREPORACEA GOLDFUSS, [1827.

1851. *Entalophora madreporacea* HAGENOW. Die Bryozoen der Maastrichter Kreidebildung, p. 48, pl. 1, fig. 8.
 1853. *Entalophora madreporacea* D'ORBIGNY. P. F. Bryozoaires crétacés, p. 793, pl. 623, fig. 1-3.
 1899. *Entalophora madreporacea* GREGORY. Catalogue of the Cretaceous Bryozoa in the British Museum, p. 236, fig. 25, pl. x, fig. 14, 15 ; pl. xi, fig. 13 (Bibliographie, Distribution géologique).

Localité. — Maestrichtien de Cazeneuve.

MECYNÆCIA PROBOSCIDEA MILNE-EDWARDS, 1838.

1899. *Entalophora virgula* GREGORY. Catalogue of the Cretaceous Bryozoa in the British Museum, p. 218, pl. x, fig. 1, 2, 3, 4, pl. xi, fig. 16, 18 (Bibliographie, Distribution géologique).

Localités. — Maestrichtien de Latoue, de Saint-Gaudens (métairie du Terme).

Famille **Plagiæciadæ** CANU, 1917.

ACTINOPORA DISTICHA HAGENOW, 1851.

1909. *Actinopora disticha* GREGORY. Catalogue of the Cretaceous Bryozoa in the British Museum, vol. 2, p. 8, fig. 11, pl. 1, fig. 3 (Bibliographie).

Localités. — Maestrichtien de Latoue et de Royan.

Genre **Retecava** D'ORBIGNY, 1854.

Les tubes sont cylindriques, longs, sans péristome, à gemmation dorsale, orientés, recourbés à angle droit à leur extrémité. Les marges zoariales sont épaisses et de structure lamellaire. Le zoarium est réticulé ; les rameaux sont triangulaires et portent une épaisse côte médiane. Géotype : Retecava (Retepora) clathrata GOLDFUSS, 1827. Maestrichtien.

Pergens, 1899, et Gregory, 1899, ont donné plus d'extension

au genre de d'Orbigny ; ils y ont introduit des espèces appartenant à des genres et même à des familles différentes.

RETECAVA CLATHRATA GOLDFUSS, 1827.

1899. *Retecava clathrata* GREGORY. Catalogue of the cretaceous Bryozoa in the British Museum, p. 188, fig. 45 (Bibliographie, Distribution géologique).

Les sections de cette espèce sont difficiles à interpréter. Elles seront publiées plus tard quand M. Bassler aura achevé leur dessin.

La « côte germinale » de d'Orbigny paraît être une épaisse lamelle basale à la fois repliée et contournée comme dans la forme *Mesenteripora* et retournée comme dans la forme *Reteculipora*.

L'espèce est certainement ovicellée ; mais je n'ai pas encore eu la chance de découvrir une ovicelle complète.

Localité. — Maestrichtien de Cazeneuve.

Famille *Tubuliporidæ* SMITT, 1867.

Genre *Idmonea* LAMOUREUX, 1824.

L'ovicelle est irrégulière peu ou pas lobée, subsymétrique, placée sur la crête médiane du zoarium. Les fasciculis ne sont pas entièrement enveloppés par l'ovicelle ; ils sont disposés de chaque côté de la crête médiane. L'œciostome est excentrique, non terminal et remplacé par le premier ou le second tube d'un fasciculi. Les tubes sont en cornet. Géotype : Idmonea atlantica, JOHNSTON, 1847. Sénonien, récent.

IDMONEA DISTICHA GOLDFUSS, 1827.

1851. *Idmonea disticha* HAGENOW. Die Bryozoen der Maastrichter Kreidebildung, p. 30, pl. 2, fig. 8.

Localités. — Maestrichtien de Saint-Marcet, Cazeneuve. J'ai de beaux spécimens ovicellés de Royan (Charente-Inférieure).

Distribution géologique. — La synonymie donnée par Gregory, 1899 (p. 182), est complètement fautive. Cette espèce est absolument maestrichtienne.

IDMONEA UNIPORA D'ORBIGNY, 1850.

1899. *Crisina unipora* GREGORY. Catalogue of the cretaceous Bryozoa in the British Museum, p. 161, pl. VIII, fig. 5, 6 (Bibliographie, Distribution géologique).

Localité. — Maestrichtien de Saint-Gaudens (métairie du Terme).

IDMONEA_SULCATA HAGENOW, 1851.

1851. *Idmonea sulcata* HAGENOW. Die Bryozoen der Maastrichter Kreidebildung, p. 32, pl. II, fig. 12.

Gregory, 1899, identifie cette espèce avec *Idmonea carinata* RÖMER, 1840. C'est peut-être possible. Une section pratiquée dans un bon spécimen de Maestricht donne la coupe ordinaire des Idmonées.

Localité. — Maestrichtien de Latoue.

Genre *Idmidronea* CANU et BASSLER, *ms.*

Le zoarium est idmonéiforme. La dorsale porte des firmatopores ou canaux de renforcement. Génotype: Idmidronea maxillaris LONSDALE, 1845.

Les *firmatopores* sont des petits canaux très minces et très nombreux se développant sur la dorsale du zoarium et sur une grande épaisseur. Ils sont descendants. Ils ont pour objet de grossir et de renforcer les rameaux de base et le pied de la colonie. Ils apparaissent extérieurement comme de petites stries longitudinales très rapprochées. La moindre usure permet de distinguer très facilement leur nature par leur direction de haut en bas.

IDMIDRONEA RAMOSA D'ORBIGNY, 1850.

1899. *Retecava ramosa* GREGORY. Catalogue of the Cretaceous Bryozoa in the British Museum, p. 495 (Bibliographie, Distribution géologique).

Localités. — Maestrichtien de Saint-Marcet, de Latoue. Je l'ai aussi de Royan.

Famille *Leiosoeciadæ* CANU et BASSLER, *ms.*

Genre *Spiroclausa* D'ORBIGNY, 1852.

L'ovicelle est grande, peu convexe, lisse, disposée entre deux spires successives. Les tubes sont cylindriques régulièrement ramifiés en hélice; les spires concaves sont formées par des mésopores courts à parois non lamellaires; les spires convexes sont formées de tubes longs. Génotype: Spiroclausa (Ceriopora) spiralis GOLDFUSS, 1827. Campanien, Maestrichtien.

Gregory a appelé *Zonatula* les *Zonopora* de d'Orbigny et a appelé *Zonoposa* ce que d'Orbigny avait appelés *Spiroclausa*. De

pareils changements sont inadmissibles. L'auteur de la Paléontologie française a parfaitement limité tous ses genres. Ils ne concordent pas évidemment tous avec ceux du Prodrome parce que ses études étaient plus complètes, les matériaux plus nombreux et que la publication était définitive. Comme Français nous ne pouvons permettre de fausses interprétations de son œuvre et nous conserverons le nom de *Spiroclausa* pour la présente espèce.

L'attribution de ce genre à la famille des *Leiosoeciadæ* n'est que provisoire, une seule ovicelle ayant été trouvée.

SPIROCLAUSA SPIRALIS GOLDFUSS, 1827.

1899. *Zonopora spiralis* GREGORY. Catalogue of the Cretaceous Bryozoa in the British Museum, p. 427 (Bibliographie, Distribution géologique).

Les tubes des spires saillantes sont longs en section longitudinale. Entre eux les dactyletræ ou tubes avortés sont plus courts; ils naissent par ramifications successives la plupart du temps. Quelquefois cependant ils se transforment en mésopores, c'est-à-dire en ramifications antérieures et supérieures d'un seul tube.

Localités. — Maestrichtien de Latoue.

Dans les Charentes cette espèce n'est pas rare d'après les matériaux communiqués par M. de Grossouvre. Je l'ai du Campanien de Montmoreau, de Courgeac; du Maestrichtien de Poulipiac (Le Gabriel), de Monchaud, de Bessac, de Barbezieux, de Manie Roux. Elle existe encore dans le Campanien de Longuesse (Seine-et-Oise) et à Maestricht (Limbourg).

Famille **Ascosoeciadæ** CANU, 1917.

L'ovicelle est un gros sac saillant, très convexe, elliptique, allongé, perforé par les tubes. Souvent un œciopore médian.

La famille des *Cytisidæ* et celle des *Ascosoeciadæ* sont les deux principales familles de Bryozoaires à l'époque crétacée. Les individus pullulaient alors dans toutes les mers et les espèces en sont très nombreuses. La première est complètement éteinte. La seconde se prolonge péniblement pendant l'ère tertiaire et les survivants paraissent rarissimes dans les mers récentes.

Le groupement générique ci-dessous est assez inattendu en examinant les idées anciennes sur la classification des Cyclostomes. En réalité, il est absolument conforme à la méthode employée depuis longtemps pour classer les Cheilostomes : la

larve fixe la famille, les variations physiologiques fixent les genres. Dans nos fossiles les variations physiologiques sont révélées par la forme des tubes polypidiens et des tubes adventifs. La forme coloniale n'est qu'un caractère d'adaptation éminemment spécifique.

Clé dichotomique pour la détermination des genres.

1	{	Gemmation tripariétale.....	2
		Gemmation bipariétale.....	4
2	{	Lamelle médiane (visible sur section transverse). <i>Grammascosoecia</i> .	
		Pas de lamelle médiane.....	3
3	{	Vacuoles sur la dorsale ; mésopores sur la frontale. <i>Polyascosoecia</i> .	
		Pas de mésopores frontaux. Les parois des tubes sont très épaisses à leur extrémité. Vacuoles dorsales.....	<i>Crisina</i> .
4	{	Tubes cylindriques.....	5
		Tubes coniques (évasés, en cornet).....	6
5	{	Mésopores seulement.....	<i>Ascosoecia</i> .
		Mésopores et nématopores.....	<i>Releporidea</i> .
6	{	Pas de mésopores. Sulcis.....	<i>Sulcocava</i> .
		Mésopores réguliers.....	<i>Parascosoecia</i> .

Une étude très détaillée avec de nombreuses sections paraîtra ultérieurement pour justifier cette classification.

Genre **Ascosoecia** CANU, 1917.

Les tubes sont cylindriques. La gemmation est bipariétale. Il y a des mésopores à parois vésiculeuses. Génotype : Ascosoecia prominens CANU et BASSLER, 1919. Néocomien, Midwayen.

ASCOSOEZIA MAGNIFICA D'ORBIGNY, 1854.

1854. *Multicavea magnifica* D'ORBIGNY. P. F. Bryozoaires crétacés, p. 977, pl. 778, fig. 10, pl. 779, fig. 1-4.

Cette espèce n'a jamais été trouvée qu'à Royan. J'en possède de nombreux spécimens qui m'ont permis d'en étudier la structure. Extérieurement la colonie paraît composée de sous-colonies de Lichenopores parce que les péristomes sont orientés en rangées radiales autour de centres spéciaux. Mais les sections sont absolument identiques à celles des espèces sur lesquelles cette particularité n'est pas observée. Le genre *Multicavea* n'a donc aucune réalité.

Localités. — Maestrichtien de Saint-Marcet (route de Saint-Gaudens et côte du Terme), de Saint-Gaudens (métairie du Terme et de Cazeneuve.

Cette espèce est très commune dans le Crétacé des Charentes.

D'après les envois de M. Grossouvre, j'ai pu l'observer dans le Campanien de Deviat, Saint-Bonier, Caillau, Saint-Médard, Brossac, Roux, et dans le Maestrichtien de Saint-Lheurine, Saint-Georges, près Royan, Poulipiac, Barbezieux, Bessac et Manie Roux.

Genre **Polyascosocia** nov.

L'ovicelle est globuleuse, saillante, étalée entre les faisceaux dont la longueur augmente ; placée excentriquement sur la frontale. Les tubes sont cylindriques, orientés, courts, à gemmation tripartite ; ils se ramifient en nombreux mésopores sur la frontale. La dorsale du zoarium est épaisse, de structure lamellaire et perforée par des vacuoles recourbées vers le bas. Génotype : Polyascosocia (Idmonea) cancellata REUSS. Maestrichtien, Plaisancien.

J'ai choisi l'espèce de Reuss comme génotype parce que j'en possède de très nombreux spécimens du Miocène français ; j'ai donc pu en étudier complètement la structure et les ovicelles. Les figures seront données plus tard.

POLYASCOSOCIA LICHENOIDES GOLDFUSS, 1827.

1899. *Retecava lichenoides* GREGORY. Catalogue of the Cretaceous Bryozoa in the British Museum, p. 194, fig. 16 (Bibliographie. Distribution géologique).

La structure de cette espèce est voisine de celle des Hornères mais l'ovicelle en est très différente.

Tous nos spécimens de la Haute-Garonne ne sont pas réticulés comme l'indique la figure d'Hagenow.

Localité. — Maestrichtien de Latoue.

Famille **Cytisidæ** D'ORBIGNY, 1854.

L'ovicelle est une vésicule limitée, elliptique, globuleuse, à parois particulières. Elle est parallèle à l'axe zoécial et formée après la consolidation des tubes adjacents.

D'Orbigny, 1852, a classé les divers genres de cette famille en *Cytisidæ* et *Fascigeridæ* selon la forme des tubes, ce caractère étant pour lui fondamental et caractéristique. Grégory, 1909, les répartit en *Osculiporidæ* MARSSON, 1887, *Zonatulidæ* GREGORY, 1909, et *Desmeporidæ* GRÉGORI, 1909, selon la nature des pores adventifs.

J'ai montré en 1917¹ que la forme et la nature de l'ovicelle caractérisent la famille. La nature des pores adventifs et la forme des tubes ne sont que des caractères génériques.

Les genres de cette famille très naturelle sont :

<i>Cyrtopora</i> HAGENOW, 1851,	<i>Unicytis</i> D'ORBIGNY, 1854;
<i>Osculipora</i> D'ORBIGNY, 1849,	<i>Desmepora</i> LONSDALE, 1850;
<i>Plethopora</i> HAGENOW, 1851,	<i>Truncatula</i> HAGENOW, 1851;
<i>Diplodesmora</i> CANU et BASS.,	<i>Supercytis</i> D'ORBIGNY, 1854;
<i>Homoesolen</i> LONSDALE, 1850,	<i>Semicytis</i> D'ORBIGNY, 1854;
<i>Discocytis</i> D'ORBIGNY, 1854.	

Nous donnerons plus tard les définitions exactes de ces différents genres, telles qu'elles résultent des études que je fais depuis quelques années en collaboration avec M. Bassler.

Genre *Osculipora* D'ORBIGNY, 1849.

L'ovicelle est globuleuse, limitée, plus ou moins saillante, placée sur la frontale ou sur la dorsale. Les tubes sont cylindriques, à péristome en faisceaux linéaires ; la gemmation est dorsale dans chaque faisceau et périphérique au niveau de chacun d'eux. Le zoarium n'a pas de lamelle basale ; il porte sur la dorsale une paroi formée de nématopores courts à parois très épaisses. Génotype : *Osculipora* (*Retepora*) *truncata* GOLDFUSS, 1827. Campanien, Danién.

Les nématopores sont des ramifications filiformes très longues et ascendantes des tubes placés sur le dos des colonies.

OSCULIPORA TRUNCATA HAGENOW, 1851.

1909. *Osculipora truncata* GREGORY. Catalogue of the Cretaceous Bryozoa in the British Museum, t. 2, p. 58 (Bibliographie. Distribution géologique).

Bien que signalée par les auteurs depuis le Turonien, cette espèce est surtout maestrichtienne.

Localités. — Maestrichtien de Gensac et de Latoue.

OSCULIPORA ROYANA D'ORBIGNY, 1850.

1853. *Osculipora royana* D'ORBIGNY. P. F. Bryozoaires crétacés, p. 679 pl. 800, fig. 1-4.

1. F. CANU. Les Ovicelles des Bryozoaires cyclostomes. *B. S. G. F.*, (1), XVI, p. 321. 1917. C'est à tort, paraît-il (p. 330), que j'ai donné le nom d'*Osculiporidae* à cette famille.

Cette espèce est très bien décrite par d'Orbigny, mais il ne l'a jamais figurée. Mes spécimens ovicellés de Royan dont je publierai plus tard la figure, sont identiques à ceux du Muséum. Mais les rameaux ne sont pas toujours aussi grêles et j'en possède de très vigoureux.

L'ovicelle est placée latéralement sur le zoarium. Il est limité, lisse, très globuleux.

Cette espèce diffère de *Osculipora truncata* GOLDFUSS, 1827, dont les rameaux sont aussi cylindriques par ses faisceaux transverses (et non cylindriques) et beaucoup plus rapprochés.

Elle diffère de *Osculipora repens* HAGENOW, 1851, par ses rameaux cylindriques, ses faisceaux beaucoup plus rapprochés et par ses ovicelles placées latéralement.

Localités. — Maestrichtien de Gensac.

J'ai encore cette espèce du Campanien de Montmoreau (Charente) et du Maestrichtien de Royan (Charente-Inférieure).

Genre *Truncatula* HAGENOW, 1851.

*L'ovicelle est placée sur la dorsale, latéralement et entre deux pinnules. Les tubes sont cylindriques et à gemmation dorsale ; les orifices sont allongés, obliques, sans péristomes, groupés à l'extrémité des pinnules et tournés du côté de la dorsale. Les nématopores sont nombreux, longs, à parois épaisses ; ils sont souvent fermés par une pellicule calcaire ; leur ensemble forme une paroi épaisse. Génotype : *Truncatula filis* HAGENOW, 1851. Cénomaniien, Maestrichtien.*

Par son aspect extérieur, ce genre ressemble beaucoup à *Homoeosolen* LENS DALE, 1850. Il en diffère par la présence des nématopores, par les orifices disposés seulement à l'extrémité des pinnules et par ses ovicelles placées sur la dorsale.

Il diffère de *Osculipora* D'ORBIGNY, 1849, par ses tubes sans péristome et par la présence de pinnules (et non de faisceaux).

TRUNCATULA PINNATA RÖMER, 1840.

1909. *Homoeosolen pinnatus* GREGORY. Catalogue of the Cretaceous Bryozoa in the British Museum, p. 69 (Bibliographie. Distribution géologique).

Cette espèce est cénomaniienne. J'ai donc réservé longtemps ma détermination. Mais réellement je ne vois aucune différence sensible entre mes spécimens du Mans et ceux de Latoue.

Elle diffère de *Truncatula tetragona* MICHELIN, 1846, par la

forme de l'orifice des nématopores, qui est plus grand, non allongé en sifflet et muni d'une lèvre proximale transverse.

Localité. — Maestrichtien de Latoue.

TRUNCATULA TETRAGONA MICHELIN, 1846.

PL. IV, FIG. 6, 7.

1846. *Idmonea tētragona* MICHELIN. Iconographie zoophytologique, p. 219, pl. 53, fig. 19.
 1884. *Truncatula tetragona* D'ORBIGNY. P. F. Bryozoaires crétacés, p. 1056, pl. 796, fig. 10-14.
 1889. *Truncatula tetragona* PERGENS. Revision des Bryozoaires du Crétacé figurés par d'Orbigny. *Bulletin de la Société belge de géologie*, p. 385.
 1897. *Truncatula tetragona* CANU. Bryozoaires du Turonien de Saint-Calais. *B. S. G. F.*, (3), XXV, p. 748.
 1909. *Homocosolen tetragonus* GREGORY. Catalogue of the Cretaceous Bryozoa in the British Museum, vol. 2, p. 72 (Synonymie [fausse]).

Affinités. — Pour bien déterminer cette espèce il faut soigneusement examiner la forme de la section transverse. La figure de d'Orbigny est très exacte et ne prête à aucune confusion. C'est bien à tort que Pergens et Grégory l'ont identifiée avec *Truncatula subpinnata* D'ORBIGNY, 1854. Cette fausse assimilation a entraîné mes erreurs de détermination de 1900 et de 1903. La synonymie de Grégory, 1909, est absolument fausse. Il n'y en a pas d'autre que celle donnée plus haut parce qu'elle résulte de la comparaison directe des spécimens de ma collection.

Il diffère de *Truncatula pinnata* RÖMER, 1840, qui est aussi une grande espèce par l'aspect des nématopores disposés en rangées obliques à l'axe colonial et portant une lèvre proximale transverse et par ses pinnules plus petites et moins débordantes de chaque côté du tronc zoarial.

Localités. — Maestrichtien de Latoue (commun), de Gensac, de Cazeneuve et de Saint-Gaudens (métairie du Terme).

Distribution géologique. — Cénomaniens du Mans (Sarthe), de Montlouet (Maine-et-Loire). Turonien de Fontaine-d'Antoigné, près Châtellerault (Vienne), de Ruillé-Poncé (Loir-et-Cher), de Cément, près Chinon (Indre-et-Loire), des Janières (Sarthe), de Saint-Calais (Sarthe). Coniacien de Chatham (Grande-Bretagne).

Famille **Eleidæ** D'ORBIGNY, 1852

Genre **Meliceritites**.

MELICERITITES ARBUSCULA LEYMERIE, 1851.

1851. *Escharites arbuscula* LEYMERIE. *Mém. Soc. Géol. France*, (2), IV, p. 192, pl. ix, fig. 9.

28 avril 1920.

Bull. Soc. géol. Fr., (4), XIX. — 14.

1891. *Meliceritites royana* WATERS. Chilostomatous characters in Meliceritidæ and other fossil Bryozoa. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, (6), VIII, p. 51, pl. VI, fig. 2, 4, 5, 6, 11.

Dans la collection d'Orbigny, cette espèce est confondue avec *Meliceritites magnifica* D'ORBIGNY, 1854. Elle me paraît distincte par la forme et la disposition des éléocellaires; ses colonies prennent aussi un développement beaucoup plus considérable et peuvent atteindre presque un centimètre de diamètre. Elle est aussi commune dans la Haute-Garonne que dans les Charentes.

Localités. — Haute-Garonne : Maestrichtien de Saint-Marcet (route de Saint-Gaudens et côte du Terme), Cazeneuve, Gensac, Roquefort, Saint-Gaudens (métairie du Terme).

Charentes : Campanien de Maud, Saint-Aulais, Saint-Médard, Echebrunne, Courgeac, Montmoreau. Maestrichtien de Manie-Roux, Courgeac, Chez Beron, Poulipiac (le Gabriel), Manie-Mulon, d'Archiac, Fouchalon, Bessac, Chillac, Royan, Barbezieux, Sainte-Lheurine, Monchaud, Saint-Bonnier, Deviat, Saint-Banier, Salle.

BRYOZOAIRES CYCLOSTOMES NON OVICELLÉS.

STOMATOPORA GRANULATA MILNE-EDWARDS, 1838. Maestrichtien de Gensac et de Cazeneuve.

HETEROPORA cf. *DUMONTI* HAGENOW, 1851. Un spécimen incomplet du Maestrichtien de Latoué.

DITAXIA ANOMALOPORA HAGENOW, 1851. Spécimens médiocres du Maestrichtien de Latoué.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE IV.

- FIG. 1, 2. — *Ogiva grandis* CANU. Maestrichtien de Saint-Marcet, p. 190.
 3, 4. — *Beisselina pustulosa* CANU. Maestrichtien de Cazeneuve, p. 196.
 5. — *Rhagosostoma xiphia* D'ORBIGNY. Maestrichtien de Cazeneuve, p. 193.
 6, 7. — *Truncatula tetragona* MICHELIN. Maestrichtien de Saint-Gaudens, p. 209.
 8. — *Onychocella subpyriformis* HAGENOW. Maestrichtien de Cazeneuve, p. 189.
 9, 10. — *Onychocella rimosa* MARSSON, Maestrichtien de Cazeneuve, p. 188
 11, 12. — *Cellepora accumulata* HAGENOW. Maestrichtien de Saint-Marcet, p. 200.
 13, 14. — *Ogiva gracilis* D'ORBIGNY. Maestrichtien de Gensac, p. 191.

PLANCHE V.

- FIG. 1. — *Alderina pyrenaica* CANU. Maestrichtien de Cazeneuve, page 187.
 2, 3. — *Flustrella irregularis* D'ORBIGNY, Maestrichtien de Saint-Gaudens, p. 192.
 4-6. — *Escharifora Argus* D'ORBIGNY. Maestrichtien de Latoue, p. 194.
 4, Grandeur naturelle ; 5, Onychocellaire ; 6, Aspect habituel.
 7-10. — *Rhagasostoma celsopora* CANU. Maestrichtien, p. 193.
 7, Grandeur naturelle ; 8, Opésie marginée. Saint-Gaudens ; 9, Le canalicule distal de l'onychocellaire est étroit, Cazeneuve ; 10, Le canalicule distal de l'onychocellaire est élargi, Cazeneuve.
 11, 12. — *Escharifora grandiporosa* CANU. Maestrichtien de Cazeneuve, p. 195.
 13. — *Pachythea filiformis* D'ORBIGNY. Maestrichtien de Saint-Gaudens, p. 199.
 14-16. — *Beisselina coronata* HAGENOW. Maestrichtien de Saint-Gaudens, p. 197.
 Toutes les formes de passage existent entre ces deux extrêmes.
 17, 18. — *Beisselina labiatula* CANU. Maestrichtien de Saint-Gaudens, p. 197.
 19, 20. — *Beisselina mucronata* CANU. Maestrichtien de Saint-Gaudens (métairie du Terme), p. 197.

PLANCHE VI.

- FIG. 1-6. — *Beisselina Boryana* HAGENOW. Maestrichtien, p. 198.
 1, Deux aspects différents sur une même fronde. Gensac ; 2, Aspect typique, le plus fréquent. Latoue ; 3, Variation à gros pores frontaux. Saint-Marcet ; 4, 5, Grandeur naturelle ; 6, Variation à pores atténués et à petite apertura. Saint-Marcet.
 7-11. — *Beisselina scobina*. LEYMERIE Maestrichtien, p. 198.
 7, Grandeur naturelle ; 8, Spécimen avec un seul aviculaire. Royan ; 9, Spécimen avec aviculaire oblique Saint-Marcet ; 10, Spécimen avec deux gros aviculaires. Saint-Gaudens ; 11, Type de Leymerie conservé à l'École des Mines. Gensac ; $\times 23,5$.
 12, 13. — *Beisselina variolaria* LEYMERIE. Maestrichtien de Gensac, p. 199.

Toutes les figures de ces trois planches sont grossies environ 20 fois.

Clichés de M. Bassler de Washington.

CONTRIBUTIONS A L'ÉTUDE DES BRYOZOAIRES FOSSILES

PAR F. Canu¹.SIXIÈME CONTRIBUTION²

XV. — Redonnien du Pigeon-Blanc (Loire-Inférieure).

Les Bryozoaires du Redonnien sont peu connus. Seul, M. G. Dollfus a signalé quatre espèces à Beaulieu (Mayenne) et onze espèces à Montaigu (Vendée)³. Comme nous les avons retrouvées presque toutes au Pigeon-Blanc, il y a donc une incontestable homogénéité dans la faune.

J'ai recueilli ces fossiles, en 1908, lors de l'excursion annuelle de la Société à Nantes, sous la conduite de MM. Édouard et Louis Bureau qui ont bien voulu m'envoyer une grande caisse de tamisage.

Les Bryozoaires et les coquillages sont nombreux mais très souvent brisés par des eaux très agitées. La rareté des espèces encroûtantes indique une sédimentation très rapide.

Les spécimens sont très nombreux ; mais le nombre des espèces est très limité. Dix-sept seulement ont pu être exactement déterminées. A une exception près, elles viennent des faluns helvétiques de Touraine.

L'aspect caractéristique est donné par l'abondance des trois grands Eschares (11, 12, 13), dont les colonies atteignent fréquemment la grandeur de la main. Ils sont rarement déterminables car les bases seules, fortement calcifiées, ont résisté à la violence des eaux et elles sont malheureusement dépourvues de cellules visibles. Cependant quelques colonies un peu moins endommagées ont permis une identification certaine.

1. *Cellaria fistulosa* LINNÉ, 1764.
2. *Cellaria salicornioides* LAMOUREUX, 1816.
3. *Cellaria mutabilis* CANU, 1905.
4. *Cellaria transversa* CANU, 1919.

1. Note présentée dans la séance du 16 juin 1919.

2. Voir *B.S.G.F.*, (4), II, 1902, p. 10 ; III, 1903, p. 659 ; IV à XII, 1913, p. 124 ; XIII, 1913, p. 266 ; XIV, 1914, p. 147.

3. G. DOLLFUS. Faune malacologique du Miocène supérieur de Beaulieu (Mayenne) (Étage Redonnien). *Association française pour l'avancement des sciences*, 35^e session, p. 315 et p. 351. 1907.

5. *Cupuladria canariensis* BUSK, 1859. Par milliers. Grands zoaria.
6. *Cupularia umbellata* DEFRANCE, 1823. Par milliers. Les colonies atteignent de très grandes dimensions, mais elles sont rarement complètes.
7. *Cupularia Haidingeri* REUSS, 1847. Les colonies bien conservées ne sont pas rares et les spicules zoéciales sont intactes.
8. *Steganoporella elegans* MILNE-EDWARDS, 1838.
9. *Stephanellosa (Schizoporella) biaperta* MICHELIN, 1845.
10. *Adeona Heckeli* REUSS, 1847. Sur les grandes Huitres.
11. *Schizostoma gibbosa* CANU, 1915. Commun. Très grandes colonies.
12. *Metrarabdotos moniliferum* MILNE-EDWARDS, 1838. Commun. Grandes colonies.
13. *Meniscopora helvetica* CANU, 1919. Commun. Très grandes colonies.
14. *Cellepora palmata* MICHELIN, 1847. Très commun. Les aviculaires adventifs sont peu saillants. C'est le type d'un genre nouveau caractérisé par la présence d'une lyrule très fragile.
15. *Hornera striata* MILNE-EDWARDS, 1838.
16. *Hornera frondiculata* LAMOUROUX, 1821.
17. *Hornera reteporacea* MILNE-EDWARDS, 1838. Très commun. Colonie très grande.
18. *Tretocyclæcia (Heteropora) dichotoma* REUSS, 1847.

Toutes ces espèces n'ont pas de relief accentué ; leurs organes adventifs sont très atténués, la surface zoéciale est aplanie. Elles ont vécu dans des eaux violentes mais riches en Diatomées, en Radiolaires, en corpuscules calcaires.

XVI. — Scaldisien d'Anvers.

Ces fossiles ont été recueillis en 1913, lors de l'excursion annuelle de la Société en Belgique, conduite par M. Leriche.

Quelques Bryozoaires ont été cités dans cette localité, en 1892, par M. Van den Broek ¹.

1. *Lunularia conica* BUSK, 1859.
2. *Cupuladria canariensis* BUSK, 1859.
3. *Cupularia Haidingeri* REUSS, 1847.
4. *Acanthodesia savarti* SAVIGNY-AUDOIN, 1826. Sous la forme du *Biflustra delicatula*.
5. *Amphiblestrum trifolium* BUSK, 1859.
6. *Rhamphonotus minax* BUSK, 1860.
7. *Thalamoporella andegavensis* MICHELIN, 1847.
8. *Cellaria sinuosa* HASSALL, 1842.

1. VAN DEN BROEK. Matériaux pour la connaissance des dépôts pliocènes supérieurs. *Bulletin Soc. belge de Géologie*, p. 89. 1892.

9. *Cellaria crassa* BUSK, 1859.
10. *Melicerita Charlesworthi* MILNE-EDWARDS, 1838.
11. *Schizopodrella unicornis* JOHNSTON, 1847.
12. *Schizomavella auriculata* HASSALL, 1842.
13. *Mucronella Peachi* JOHNSTON, 1847.
14. *Mucronella variolosa* JOHNSTON, 1838.
15. *Mucronella ventricosa* HASSALL, 1842.
16. *Mucronella mamillata* BUSK, 1859.
17. *Umbonula cf. verrucosa* ESPER, 1797.
18. *Retepora simplex* BUSK, 1859.
19. *Metrarabdotos moniliferum* MILNE-EDWARDS, 1838.
20. *Schismopora tubigera* BUSK, 1859.
21. *Tubulipora phalangea* COUCH, 1844.

J'ai découvert en outre trois autres espèces que je crois nouvelles et que je décrirai plus tard.

XVII. — Pléistocène de Palerme (Sicile).

Ces fossiles ont été rapportés à l'École nationale des Mines par le regretté Robert Douvillé. Ils sont en abondance inouïe, et chacune des espèces déterminées est représentée par un grand nombre de spécimens.

1. *Acanthodesia Savarti* SAVIGNY-AUDOUIN, 1826.
2. *Onychocella angulosa* REUSS, 1847.
3. *Micropora impressa* MOLL, 1803.
4. *Cellaria fistulosa* LINNÉ, 1766.
5. *Cellaria sinuosa* HASSALL, 1842.
6. *Cellaria salicornioides* LAMOUREUX, 1816.
7. *Chaperia annulus* MANZONI, 1875.
8. *Cribrilino radiata* MOLL, 1803.
9. *Microporella ciliata* PALLAS, 1766.
10. *Diporula verrucosa* PEACH, 1868.
11. *Schizomavella marmorea* HINCKS, 1877.
12. *Lepralia adpressa* BUSK, 1852.
13. *Eschara imbellis* BUSK, 1859.
14. *Porella elegantula* MANZONI, 1869.
15. *Porella cervicornis* PALLAS, 1768.
16. *Umbonula verrucosa* ESPER, 1797.
17. *Retepora complanata* WATERS, 1894.
18. *Retepora Couchi* HINCKS, 1877.
19. *Retepora Solanderia* RISSO, 1826.
20. *Retepora cellulosa* (LINNÉ) SMITT, 1867.
21. *Adeonella polystomella* REUSS, 1847.
22. *Myriozoum truncatum* PALLAS, 1766.
23. *Stichoporina persimplex* NEVIANI, 1895.
24. *Bactridium calahrum* NEVIANI, 1896.

25. *Schismopora coronopus* BUSK, 1859.
26. *Crisia denticulata* MILNE-EDWARDS, 1836.
27. *Crisia aculeata* HASSALL, 1841.
28. *Oncousœcia (Filisparsa) varians* REUSS, 1868.
29. *Tervia irregularis* MENEGHINI, 1844.
30. *Mecynœcia (Entalophora) proboscidea* MILNE-EDWARDS, 1836.
31. *Diaperœcia (Entalophora) palmata* BUSK, 1859.
32. *Mesenteripora meandrina* BUSK, 1859.
33. *Idmonea concava* WATERS, 1877.
34. *Idmonea coronopus* MILNE-EDWARDS, 1838. C'est l'*Idmonea atlantica* FORBES, des zoologistes.
35. *Hornera frondiculata* LAMOUREUX, 1821.
36. *Hornera striata* MILNE-EDWARDS, 1838.
37. *Lichenopora mediterranea* MICHELIN, 1844.

Le sable fossilifère était enfermé dans une petite caisse contenant environ un quart de litre. Je n'y ai donc trouvé que des espèces libres et quelques espèces encroûtant les Bryozoaires. Si j'avais pu examiner les coquillages rapportés de ce même gisement j'y aurais certainement trouvé un aussi grand nombre d'espèces encroûtantes.

Les Bryozoaires de Sicile ont été étudiés successivement par Manzoni, Seguenza, Neviani, qui ont déterminé plus de 250 espèces.

XVIII. — Maestrichtien de Fresville.

Les fossiles de Fresville (Manche) m'ont été donnés à déterminer par le regretté Bioche. Il les a conservés dans sa collection.

1. *Lunularia Goldfussi* HAGENOW, 1851.
2. *Lunularia cretacea* DEFRANCE, 1823.
3. *Callopora ovalis* D'ORBIGNY, 1852. P. F., pl. 730, fig. 10.
4. *Flustrella terminalis* D'ORBIGNY, 1852.
5. *Flustrellaria forata* D'ORBIGNY, 1852.
6. *Siphonella gracilis* HAGENOW, 1851.
7. *Onychocella grandis* D'ORBIGNY, 1852.
8. *Floridina ringens* D'ORBIGNY, 1852.
9. *Rhagasostoma atalanta* D'ORBIGNY, 1852.
10. *Eschara Gaymardi* HAGENOW, 1851.
11. *Entalophora virgula* HAGENOW, 1851.

Il n'est pas toujours facile de faire entrer toutes les espèces crétacées de d'Orbigny dans la nomenclature zoologique, tous les organes utiles et nécessaires à la classification n'étant pas connus; je suis donc obligé d'employer les noms mêmes de la Paléontologie française (nos 4, 5, 6, 10).

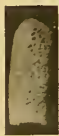
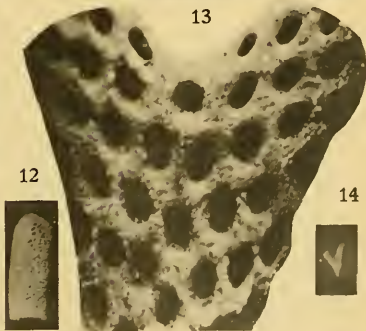
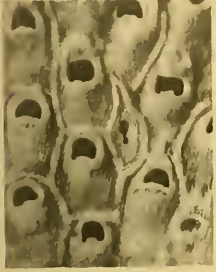
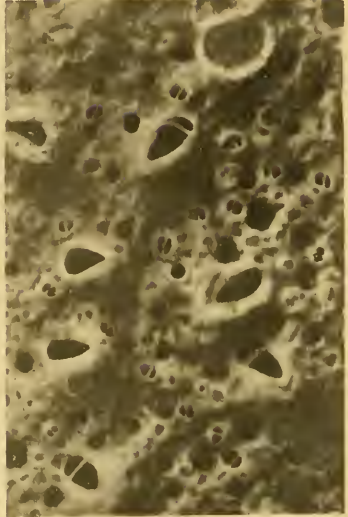
XIX. — **Maestrichtien de Talmont.**

Les fossiles de Talmont (Charente-Inférieure) m'ont été simplement communiqués par Bioche qui les a laissés dans sa collection.

1. *Onychocella simplex* D'ORBIGNY, 1852.
2. *Onychocella royana* D'ORBIGNY, 1852.
3. *Flustrella polymorpha* D'ORBIGNY, 1852.
4. *Reteporidaea royana* D'ORBIGNY, 1852.
5. *Retécava clathrata* GOLDFUSS, 1827.
6. *Plagiœcia (Reticulipora) obliqua* D'ORBIGNY, 1850.

Addenda. — A la partie V (1913, p. 125), **Astien de Nice**, ajoutez :

10. *Cupularia Haidingeri* REUSS, 1847. Bastide Roy, près Biot (Alpes-Maritimes).



1

3

2

4

5

7

8

10

6

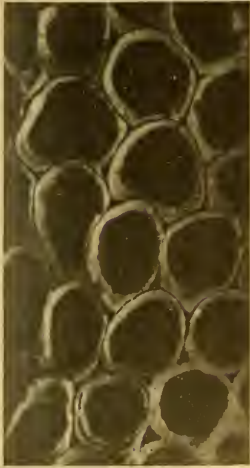
9

11

13

12

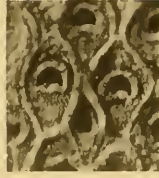
14



1



3



5



2



4



6



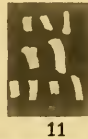
8



9



7



11

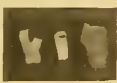


12

13



14



15



16



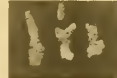
17

10

19

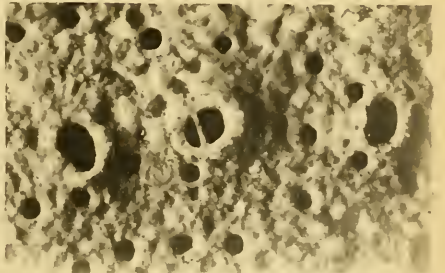
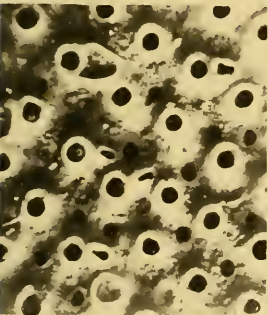
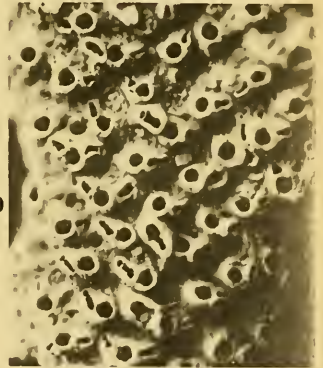
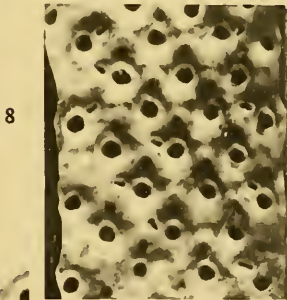
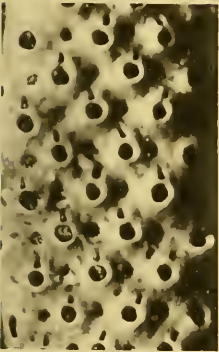
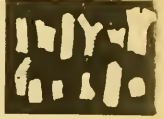
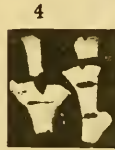
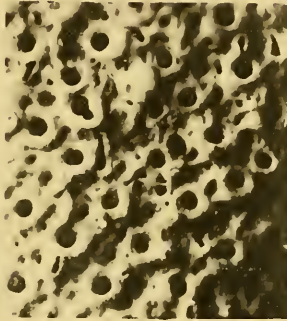
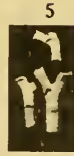
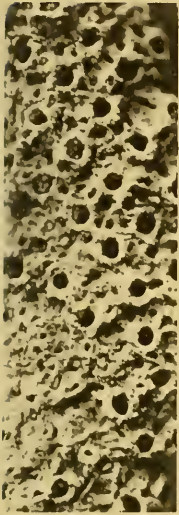


18



20





1

2

5

6

3

4

7

8

10

9

11

13

12

MÉMOIRES-GÉOLOGIE

Paraissant irrégulièrement depuis 1833, format in-4° raisin. Prix divers. (50 % pour les Membres de la Société.)

Extrait du Catalogue.

H. FILIOL. Etudes sur les vertébrés fossiles d'Issel (Aude).....	16 "
G. COTTEAC. Echinides éocènes de la province d'Alicante. 107 p., 16 pl.....	15 "
A. DOLLOT, P. GOBILLE et G. RAMOND. Les grandes plâtrières d'Argenteuil (Seine-et-Oise). Historique, genèse et distribution des formations gypseuses de la région parisienne. 48 p., 7 fig., 4 pl.....	5 "
P.-L. PEVER. Aperçu géologique sur la colline de Turin. 48 p., 7 fig., 1 carte..	8 "
G. ZEIL. Contribution à l'étude géologique du Haut-Tonkin. — H. LANTENOIS. Note sur la géologie de l'Indo-Chine. — René de LAMOTHE. Note sur la géologie du Cambodge et du Bas-Laos. 80 p., 1 pl., 3 cartes en couleurs.....	12 "
Général de LAMOTHE. Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger et d'une partie de la côte algérienne. 288 p., 3 pl., 1 carte en couleurs.....	15 "
LÉON CABEZ. Résumé de la Géologie des Pyrénées françaises. 132 p., 1 pl., 6 cartes en couleurs.....	15 "
Maurice LUGÉON. Etude géologique sur le projet de Barrage du Haut-Rhône français à Génissiat (près de Bellegarde). 136 p., 7 pl.....	15 "

MÉMOIRES-PALÉONTOLOGIE

PAR SOUSCRIPTION PAYABLE AVANT L'APPARITION DU VOLUME ANNUEL :
FRANCE, 30 FRANCS. FRANCO. — ÉTRANGER, 35 FRANCS: FRANCO

Liste des Mémoires qui se vendent isolément :

Une remise de 20 % est accordée sur ces prix aux Membres de la Société.

COSSMANN et LAMBERT. Etude paléontologique et stratigraphique sur le terrain oligocène marin des environs d'Etampes. 88 p., 1 tabl., 6 pl.....	20 fr.
Ph. THOMAS. Recherches stratigraphiques et paléontologiques sur quelques formations d'eau douce de l'Algérie. 54 p., 1 tabl., 5 pl.....	4 "
COSSMANN. Contribution à l'étude de la faune de l'étage bathonien en France (Gastropodes). 374 p., 18 pl.....	30 "
TERQUEM. Les Entomostracés Ostracodes du système oolithique de la zone à Am. Parkinsoni de Fontoy (Moselle). 46 p., 6 pl.....	4 "
TERQUEM. Les Entomostracés Ostracodes du Fuller's Earth des environs de Varsovie. 112 p., 12 pl.....	6 "
C. GRAND'EURY. Formation des couches de houille et du terrain houiller. 196 p., 10 pl.....	20 "
2. J. SEUNES. Contributions à l'étude des Céphalopodes du Crétacé supérieur de France. 6 pl., 22 p.....	15 "
3. Ch. DÉPÉRET. Les Animaux pliocènes du Roussillon. 17 pl., 188 p.....	60 "
5. G. DE SARTOIA. Recherches sur les végétaux du niveau aquitainien de Manosque. 20 pl., 83 p.....	35 "
14. M. COSSMANN. Contribution à la Paléontologie française des terrains jurassiques (en cours); Etudes sur les Gastropodes des terrains jurassiques: Opisthobranchés. 6 pl., 168 p.....	25 "
15. S. STEFANESCU. Etudes sur les terrains tertiaires de la Roumanie; Contribution à l'étude des faunes sarmatique, pontique et levantine. 11 pl., 152 p.....	15 "
19. M. COSSMANN. Contribution à la Paléontologie française des terrains jurassiques (en cours); Gastropodes: Nérinées. 13 pl., 180 p.....	35 "
20. V. POPOVICI-HATZEG. Contribution à l'étude de la faune du Crétacé supérieur de Roumanie; Environs de Campulung et de Sinaia. 2 pl., 22 p.....	6 "
21. R. ZELLER. Etude sur la flore fossile du bassin houiller d'Héraclée (Asie-Mineure). 6 pl., 91 p.....	15 "
22. P. PALLARY. Sur les Mollusques fossiles terrestres, fluviatiles et saumâtres de l'Algérie. 4 pl., 218 p.....	10 "
23. G. SAYN. Les Ammonites pyriteuses des marnes valanginiennes du Sud-Est de la France (en cours). 6 pl., 69 p.....	17 "
24. J. LAMBERT. Les Echinides fossiles de la province de Barcelone. 9 pl., 128 p.....	18 "
25. H.-E. SAUVAGE. Recherches sur les Vertébrés du Kiméridgien supérieur de Fumel (Lot-et-Garonne). 5 pl., 36 p.....	12 "

26. Ch. DEPERET et F. ROMAN. Monographie des Pectinidés néogènes de l'Europe et des régions voisines (1 ^{re} partie : genre <i>Pecten</i>) (en cours). 23 pl., 169 p.....	60 "
27. G. DOLLFUS et Ph. DAUTZENBERG. Conchyliologie du Miocène moyen du Bassin de la Loire; Description des gisements fossilifères; Pélécy-podes (en cours). 33 pl., 378 p.....	86 "
28. Marcellin BOULE. Le <i>Pachyæna</i> de Vaugirard. 2 pl., 16 p.....	5 "
29. V. PAQUIER. Les Rudistes urgoniens. 13 pl., 102 p.....	28 "
30. Ar. TOUCAS. Etudes sur la classification et l'évolution des Hippurites, 17 pl., 128 p.....	38 "
31. Albert GAUDRY. Fossiles de Patagonie : Dentition de quelques Mammifères. 28 p., 42 fig. dans le texte.....	4 "
32. Paul LEMOINE et Robert DOUVILLÉ. Sur le genre <i>Lepidocyclus</i> Gümbel. 3 pl., 42 p.....	10 "
33. Ferdinand CANU. Les Bryozoaires du Patagonien. Echelle des Bryozoaires pour les Terrains tertiaires. 5 pl., 30 p.....	11 "
34. Charles EASTMAN. Les types de Poissons fossiles du Monte Bolca au Muséum d'Histoire naturelle de Paris. 5 pl., 32 p.....	11 "
35. V. POPOVICI-HATZEG. Les Céphalopodes du jurassique moyen du Mont Strunga (massif de Bucegi, Roumanie). 6 pl., 28 p.....	12 "
36. Ar. TOUCAS. Etudes sur la classification et l'évolution des Radiolitidés. 24 pl., 132 p.....	48 "
37. Edm. PELLAT et M. COSSMANN. Barrémien supérieur à faciès urgonien de Brouzet-lez-Alais (Gard). 9 fig. texte, 6 pl., 42 p.....	15 "
38. Charles JACOB. Etude sur quelques Ammonites du Crétacé moyen. 44 fig., 9 pl., 61 p.....	18 "
39. A. PEZANT. Etude iconographique des Pleurotomes fossiles du Bassin de Paris. 5 pl., 30 p.....	12 "
40. P.-H. FRITEL. Etudes sur les végétaux fossiles de l'étage Sparnacien du Bassin de Paris. 3 pl., 37 p.....	7 "
41. Henri DOUVILLÉ. Etudes sur les Rudistes. Rudistes de Sicile, d'Algérie, d'Egypte, du Liban et de la Perse. 7 pl., 84 p.....	15 "
42. Léon PERVINQUIÈRE. Sur quelques Ammonites du Crétacé algérien. 7 pl., 86 p.....	15 "
43. Robert DOUVILLÉ. Céphalopodes argentins. 3 pl., 24 p.....	7 "
44. Gustave F. DOLLFUS. Les coquilles du Quaternaire marin du Sénégal. Introduction géologique par A. DEREIMS. 4 fig., 4 pl., 72 p.....	10 "
45. Robert DOUVILLÉ. Etude sur les Cardiocératidés de Dives, Villers-sur-Mer et quelques autres gisements. 34 fig., 5 pl., 77 p.....	12 "
46. Maurice COSSMANN. Contribution à la paléontologie française des terrains jurassiques (voir mém., nos 14, 19); <i>Cerithiacea</i> et <i>Loxonematacea</i> , 11 pl., 264 p.....	35 "
47. Lucien MORELLET et Jean MORELLET. Les Dasycladacées du Tertiaire parisien. 24 fig., 3 pl., 43 p.....	8 "
48. Robert DOUVILLÉ. Etudes sur les Opellidées de Dives et Villers-sur-Mer. 31 fig., 2 pl., 26 p.....	5 "
49-50. F. PRIEM. Sur des Poissons fossiles et en particulier des Siluridés du Tertiaire supérieur et des couches récentes d'Afrique (Egypte et région du Tchad). — Sur des Poissons fossiles des terrains tertiaires d'eau douce et d'eau saumâtre de France et de Suisse. 9 pl., 30 p.....	15 "
51. P. DE BRUN, C. CHATELET et M. COSSMANN. Le Barrémien supérieur à faciès urgonien de Brouzet-lez-Alais (Gard) (v. mém. n° 37). 4 fig., 5 pl., 56 p.....	12 "
52. Henri DOUVILLÉ. Le Barrémien supérieur de Brouzet. 20 p., 4 pl.....	8 "
53. J. REPÉLIN. Monographie du genre <i>Lychnus</i> . 23 p., 6 pl.....	10 "

TABLE DES MATIÈRES (TOME XIX, FASCICULE 4-6).

	Pages
Louis Gentil. — ARMAND THEVENIN, notice nécrologique (portrait).....	129
Paul Bertrand. — C. GRAND'EURY, notice nécrologique.....	148
G.-F. Dollfus. — ALPHONSE BIOCRE, notice nécrologique.....	163
Léon Bertrand. — MICHEL LONGCHAMON, notice nécrologique.....	165
D. Hollande. — Le Nummulitique autochtone de la Balagne, en Corse (4 fig.)... 171	171
F. Canu. — Bryozoaires crétacés des Pyrénées (pl. IV-VI).....	186
F. Canu. — Contribution à l'étude des Bryozoaires fossiles.....	212

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830,
A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE
PAR ORDONNANCE DU 3 AVRIL 1832.

QUATRIÈME SÉRIE

TOME DIX-NEUVIÈME

FASCICULE 9 et dernier.

Feuilles 15-23. — Planches VII-IX

84 figures, coupes et cartes dans le texte.



PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VI

1920

EXTRAITS DU RÈGLEMENT DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

ART. 2. — L'objet de la Société est de concourir à l'avancement de la Géologie en général et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec les Arts industriels et l'Agriculture.

ART. 3. — Le nombre des membres de la Société est illimité. Les Français et les Etrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. 4. — Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation¹ et avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président.

ART. 37-38. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet. La Société se réunit deux fois par mois (en général, le 1^{er} et le 3^e lundi du mois).

ART. 42. — Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres.

ART. 46. — Aucune communication ou discussion ne peut avoir lieu sur des objets étrangers à la Géologie ou aux sciences qui s'y rattachent.

ART. 48. — Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un point qui aura été préalablement déterminé.

ART. 53. — Un bulletin périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre. Le Bulletin comprend... les *Comptes rendus sommaires des séances* et le *Bulletin* proprement dit (*Notes et Mémoires*).

ART. 54. — La Société publie en outre des *Mémoires de Géologie* et des *Mémoires de Paléontologie*, qui ne sont pas distribués gratuitement aux membres.

ART. 55. — Tous les travaux destinés à l'impression² doivent être inédits et avoir été présentés à une séance.

ART. 75. — Les auteurs peuvent faire faire à leurs frais, en passant par l'intermédiaire du Secrétariat, un tirage à part des communications insérées au Bulletin.

ART. 87. — Chaque membre paye: 1^o un droit d'entrée; 2^o une cotisation annuelle². Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement en capital d'une somme fixée par la Société (600 francs payables en 2 ou 4 fois en une année).

Sont **Membres à Perpétuité** les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (minimum : 1000 francs).

ART. 94. — Les ouvrages, conservés dans la Bibliothèque de la Société, peuvent être empruntés par les membres... (*Service des prêts*).

1. Les personnes qui désirent faire partie de la Société et qui ne connaissent aucun membre pour les présenter n'ont qu'à adresser une demande au Secrétariat, en exposant les titres qui justifient de leur admission.

2. Néanmoins sur la demande des parrains, les nouveaux membres peuvent s'acquitter, la première année, que leur droit d'entrée, en versant la somme de 20 fr. Le *Compte Rendu sommaire des séances de l'année courante* leur est envoyé gratuitement; mais ils ne reçoivent le *Bulletin* que la deuxième année et doivent alors payer la cotisation de 30 francs. Ils jouissent d'ailleurs des autres droits et privilèges des membres de la Société.

NOTES SUR LA GÉOLOGIE ET LA TECTONIQUE DU BASSIN DE LA VANNE (YONNE)

PAR M^{lle} **Augusta Hure** ¹.

En jetant les yeux sur la feuille de Sens, on est frappé de la différence qui existe entre les topographies du Nord, de l'Ouest et de l'Est du pays.

Avec le Sénonais proprement dit on a une vaste pénéplaine entamée par de nombreux vallons longs et profonds, de direction parfois contraire. Au N du Bassin de la Vanne, cette régularité est à peine interrompue par quelques coupures. Au S de la Vanne on trouve des diversités sensibles dont il convient de rechercher les causes.

Le territoire de l'Othe très boisé, à substratum recouvert d'épais dépôts tertiaires, est resté le moins bien connu sauf au point de vue hydrographique. Je vais essayer d'exposer sa tectonique.

L'édition 1906 de la feuille de Sens où les limites de la craie turonienne sont surtout tracées avec précision est le document d'ensemble le plus récent de cette région.

J'ai consulté avec fruit les notes de M. H. Thomas, sur *les assises de la craie dans la forêt d'Othe* ².

Mes recherches furent facilitées par la récolte de Micrasters caractéristiques précisant les différents niveaux de la craie étudiée. MM. dom Aurélien Valette et Jules Lambert ont bien voulu m'aider dans la détermination de ces fossiles.

TECTONIQUE.

On est frappé d'abord, par l'ascension rapide NW-SE des couches de la craie du territoire othien. Ce redressement a lieu dès l'amont de Sens, sur la rive droite de la vallée de l'Yonne, et s'affirme plus intense en se dirigeant vers le SE, provoquant dans cette direction une surélévation du Bassin de la Vanne et une falaise accentuée du côté de l'Armançon.

1. Note présentée à la séance du 3 février 1919.

2. H. THOMAS. Les assises de la craie dans la forêt d'Othe. *Bull. Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1^{er} sem. 1907, p. 205.

12 novembre 1920.

Bull. Soc. géol. Fr., (4), XIX. — 15.

Le mouvement qui a surélevé en bloc ce sol nous montre l'exhaussement d'un seuil déjà bien établi, orthogonal aux rides générales de la contrée et que suivait antérieurement l'Yonne tertiaire.

Cette région n'a pas échappé aux mouvements post-crétacés qui ont affecté le Bassin Parisien ; elle fut parcourue par des rides.

J'ai déjà montré qu'il fallait prolonger quelques-uns de ces plissements NW, jusqu'au bord de la vallée de l'Yonne ¹. Dès maintenant nous pouvons les envisager plus au SE.

ANTICLINAL. — A droite de la vallée de l'Yonne un anticlinal, comme le prolongement de celui du Roumois, se fait sentir de Rosoy, près de Sens, jusqu'à Arces. Sur ce dernier point, la forte ascension des couches de la craie a été reconnue par M. H. Thomas qui en a conclu à une sorte de dôme ².

Non seulement les couches turoniennes se redressent fortement dès la vallée de l'Yonne, mais avec elles les couches coniaciennes, notamment non loin de la Grange-au-Doyen (commune de Véron) sous un angle considérable.

Au bord de la route de Véron à la Grange-au-Doyen plusieurs crayères sont ouvertes en flanc de coteau ; l'une d'elles, vers l'altitude de 135 m., m'a offert une faune peu variée, avec *Micraster decipiens* et *Terebratula semiglobosa* ³. La feuille de Sens marque ce point comme Santonien, je le considère se rattachant aux couches supérieures coniaciennes d'Étigny et de Rosoy. Le faciès lithologique de ces craies est semblable, et les fossiles de part et d'autre consistent en *Micr. decipiens*, avec espèces assez caractéristiques : *Stereocidaris Merceyi*, *Tylocidaris clavigera*, *Stereocidaris sceptrifera*. Mais alors que l'achèvement des couches supérieures coniaciennes de Rosoy et d'Étigny se montre à une altitude voisine de 400 m. ; avant la Grange-au-Doyen elles atteignent 135 m., et peut-être davantage, car plus haut existent d'autres exploitations. Ce qui donne pour ce point un redressement minimum de 35 m. vers le SE. Plus loin, sur le flanc S de l'anticlinal, le Coniacien affleure dans la vallée Saint-Ange à 122 m., près des Bordes, sur la route de la Grange-au-Doyen ; puis au S de Dixmont, au lieu dit Le-Gros-Chêne à 164 m. ; on le voit ensuite apparaître à la base du vallon de Vaulevrier où quatre marnières étagées * au bord de la route m'ont donné une

1. AUGUSTA HURE. Nouvelles observations sur le gisement de phosphate de chaux de Saint-Martin-du-Tertre, près de Sens (Yonne), et contribution à la tectonique des terrains supérieurs de craie. *B. S. G. F.*, 1918, p. 110, fig. 8.

2. H. THOMAS. *Loc. cit.*, 1907.

3. Les crayères accompagnées d'un astérisque seront celles qui ne figurent pas sur la feuille de Sens à 1/80 000.

altitude successive de 157 à 173 m. Ici la craie est délitable, marneuse, feuilletée, jaunâtre, sans silex, et diffère ainsi des couches supérieures coniaciennes ; elle offre beaucoup d'affinité avec la craie marneuse turonienne. C'est le faciès qu'offre souvent la base du Coniacien dans notre région. Dans le vallon de Vaulevrier le *Micr. decipiens* n'est pas rare.

Cette zone marneuse avec de fréquents fossiles, forme également le sol de la crayère sous l'église d'Étigny (rive gauche de l'Yonne).

Quand on examine attentivement la partie inférieure du vallon de Vaulevrier, puis celle qui s'étend à droite et à gauche du hameau de la Grande-Vallée, on constate le développement qu'occupe d'une part, sur un des flancs, le Coniacien, d'autre part vis-à-vis le Turonien à une même altitude. Ce fait ne peut guère s'expliquer que par une faible rupture NS, avec délimitement E, mettant en contact les deux assises et ayant facilité la formation du vallon de Vaulevrier au N, et du tronçon supérieur de la vallée Saint-Ange au S. Aucun affleurement ne permet de rendre visible ce contact. Le Turonien qui atteint une altitude de 160 m. entre Dixmont et l'Enfourchure, devrait normalement se terminer en biseau plus à l'Est.

Avant d'arriver à Villechétive, au bord de la vallée Guillaume et près du chemin de grande communication de Joigny à Cerisiers, une exploitation dans la craie blanche, à la cote 196, ne m'a procuré aucun fossile caractéristique, mais il est permis de croire, comme le marque la feuille de Sens, que cette crayère souligne l'extrême fin du Coniacien. Il en est de même, des dix belles marnières à l'altitude de 168 m. à 184 m. au S. de Villefroide et bordant la route allant au Clos-Aubry*, dont les plus hautes pourraient appartenir au Santonien.

Avec l'étage turonien, on peut suivre plus vivement encore ce relèvement. M. J. Lambert ¹, puis M. H. Thomas ² ont signalé cette craie dans la vallée Saint-Ange et dans la vallée de l'Yonne où elle occupe à Passy une cote de 85 m. De ce côté, avec le redressement du Coniacien, il est à présumer de son prolongement plus au N. Dans la vallée Saint-Ange près de Villeneuve-sur-Yonne, en face le chemin du Vieux-Moulin, j'ai revu cette craie dans une exploitation, avec de fréquents *Micr. icaunensis** (alt. 82 m.). On la voit ensuite affleurer dans la même vallée dans les marnières suivantes : *Rive droite* : Route de Vaufoin se gref-

1. J. LAMBERT. Notice stratigraphique sur l'Étage sénonien aux environs de Sens. Auxerre, 1878.

2. H. THOMAS. *Loc. cit.*, 1907.

fant sur celle de Villeneuve-s.-Yonne à Dixmont ; alt. 107 m. (puissance 8 m.). — Route des Bordes à la Grange-au-Doyen ; alt. 115. — *Rive gauche* : Route des Bordes aux Fourneaux ; alt. 116 m. — Lieudit Côtat-Blanc en face Dixmont ; alt. 140 m. — Route de Dixmont à la Grande-Hâte ; alt. 150 et 160 m. (puissance 5 m.). Dans ces derniers parages M. H. Thomas a recueilli au pied du coteau *Holaster planus* MANT. 1.

Au delà d'Arces, on obtient pour le Turonien des cotes bien supérieures. Près de ce village, dans le vallon à droite du Vieux-Moulin, des marnières montrent à 238 m. d'altitude*, la craie à *Micr. icaunensis* dépassant de 16 m. la limite de 225 m. que M. H. Thomas assigne à son ascension. Se dirigeant du S au N vers Pont-Évrat, on suit à flanc de coteau une ligne d'affleurements du Turonien excessivement développée. Dans des marnières successives bordant à droite la route du vallon du ru de la Fontaine-à-l'Érable, on voit successivement la craie marneuse sans silex à 225 et à 208 m. d'altitude. Cette craie où abondent *Micr. icaunensis*, accompagné de *Micr. Renati* correspond par sa faune et sa composition à la craie à *Epiaster brevis* DESOR., ou craie de Vervins que MM. A. de Grossouvre et A. de Lapparent ont placé au sommet du Turonien ?

Ce pendage rapide NW est celui qu'impose le flanc N de l'anticlinal et le plongement général de la craie.

Une excavation, près de l'entrée de Pont-Évrat, montre encore à 210 m. d'altitude la craie turonienne avec 8 m. de puissance. En face des premières maisons, le talus de la route, indique toujours cet étage.

Ces diverses altitudes : 82 à l'entrée de la vallée Saint-Ange, 115 aux Bordes, 140 et 160 à Dixmont, 238 près d'Arces, montrent une ascension de 156 m. pour une distance de 22 km. soit un relèvement moyen vers l'Est d'un peu plus de 7 m. par km., et très sensible, en approchant de Pont-Évrat.

Tandis que l'inclinaison des couches vers le centre du Bassin de Paris est en général assez régulière et ne dépasse guère 1 degré, ici elle atteint 5 et même 7 degrés.

FAILLE. — Au centre du village de Pont-Évrat l'étage turonien fait place, à un niveau plus bas, et sur la même horizontale à la craie blanche. Je n'ai pu recueillir là aucun fossile caracté-

1. Légende explicative de la feuille de Sens à 1/80 000, 2^e édit., Paris, 1906.

2. A. DE GROSSOUVRE. Les Ammonites de la craie, fasc. 1, p. 114 et 117, tableau XXXV, p. 830. — A. DE LAPPARENT. Traité de géologie, 5^e édit., 1906, tableau du synchronisme des assises néo-crétacées. — H. THOMAS. Les assises de la craie dans la forêt d'Othe. *B. S. des S. de l'Yonne*, 1907, p. 207.

ristique, mais tout dénote la craie à *Micr. decipiens*. Cependant, je n'y ai pas reconnu le faciès habituel marneux du Coniacien inférieur. Il est probable que ce sont là ses couches supérieures. Tout proche, à gauche de la ferme de la Joncheroy, une marnière à l'altitude de 205 m. environ est ouverte dans la craie à *Micr. coranguinum*, que j'ai recueilli, et qui de ce fait occupe un niveau inférieur à celui de l'étage voisin turonien. Plus haut, à l'altitude de 233 m., au bord de la route de Pont-Évrat à Couleurs, une autre marnière m'a donné *Conulus albogalerus* appartenant à la même assise de *Micr. coranguinum*.

À droite, dans le vallon de la source de Rageuse, contiguë à Pont-Evrat, la craie à *Micr. coranguinum* marque 214 m. et paraît buter directement contre l'étage turonien. Il est évident que ce dernier, avec une puissance encore de 8 m. à l'entrée de Pont-Évrat, fait place brusquement au centre du village aux couches supérieures coniaciennes, que surmontent ensuite celles de *Micr. coranguinum*. Il y a là discordance brutale de faciès lithologique et de faune, et une différence complète de stratification incompatibles avec l'action seule d'un soulèvement en dôme. Alors que des lits gris-verdâtres, feuilletés, de la craie marneuse turonienne sans silex du vallon de la Fontaine-à-l'Érable, sont orientés horizontalement NS avec légère déviation NW, les bancs horizontaux, à gros silex noirs de la craie blanche à *Micr. coranguinum* de la Joncheroy, sont orientés EW, avec la même et insensible déviation.

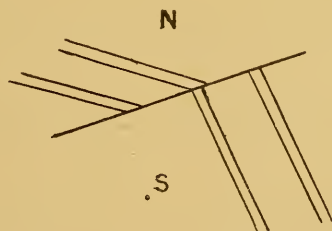


FIG. 1. — Schéma montrant la variation d'orientation des couches de la craie vers la faille de Pont-Evrat.

En admettant, à cet endroit, un brusque mouvement ayant ramené la craie coniacienne au niveau de la craie turonienne, les assises n'auraient pu sous une telle pression conserver leur horizontalité. Le peu de flexibilité des craies s'opposait à une courbe aussi verticale et il suffit de comparer les altitudes propres à chacune de ces craies pour conclure que la craie turonienne ne passe pas insensiblement à la craie blanche, mais bute directe-

ment contre elle par faille. J'admets une faille *postérieure aux rides de la région*, et que je désigne sous le nom de faille de Pont-Évrat. Le décrochement s'opérant dans le village, aucun affleurement sérieux de la craie ne permet de l'observer directement. Son orientation serait SW-NE, avec dénivèlement N et plongement accentué NE (fig. 1 et 9).

Je n'ai pu raccorder cette rupture avec la faille de Quenne, à l'Est d'Auxerre.

On pourrait déterminer approximativement la puissance de ce décrochement en se basant sur l'épaisseur de 50 m. qu'atteint l'étage coniacien dans les environs de Sens, étage qui à Pont-Évrat ne semble apparaître que dans sa moitié, soit 25 m. En ajoutant les 8 m. sous lesquels se montre encore le Turonien près du village, on obtient une dénivellation de 33 m. pour l'Ouest de Pont-Évrat. Comme l'assise à *Micr. coranguinum* bute immédiatement, dans le vallon de la source de Rajeuse, contre le Turonien, sans l'intermédiaire de l'assise coniacienne, il y a lieu de conclure à un affaissement NE extrêmement rapide faisant plonger de nouveau la craie blanche de 25 m. Ce qui porte à l'Est de Pont-Évrat une dénivellation totale de 58 mètres.

Cette faille paraît coïncider avec l'axe du synclinal que je vais décrire et nous aurions ainsi un *pli faille*, mais *faillé postérieurement à sa formation*.

D'autre part l'hypothèse d'un *pli à terminaison périclinale* expliquerait la discordance signalée plus haut dans l'orientation des bancs de ces assises.

Si le synclinal semble s'achever vers Pont-Évrat, l'anticlinal, si manifeste vers Arces, pourrait fort bien se prolonger plus loin. Sur ce point, et de chaque côté de son axe, la craie turonienne se relève fortement déterminant une ligne de partage des eaux très accentuée, SN pour le vallon du ru de la Fontaine-à-l'Érable, NS pour le bassin de l'Armançon.

On peut dire que dès la vallée de l'Yonne jusqu'à Arces, l'anticlinal tient lieu dans tout son parcours de limites hydrographiques entre la vallée de l'Yonne et de la Vanne, ensuite de cette dernière avec les vallées Saint-Ange et de l'Armançon. Sa pente S paraît très faible, et peut-être pourrait-on également envisager, dès le hameau de la Grande-Vallée, l'occupation de son bas flanc par la vallée Saint-Ange.

SYNCLINAL. — Il est indéniable qu'avec le flanc N anticlinal on assiste à une inclinaison accentuée. Vers Maillot et les deux Mâlay, la zone à *Micr. decipiens* n'affleure plus que timidement sur le bord gauche de la vallée de la Vanne, où on ne voit en

réalité que la craie à *Micr. coranguinum*. On a ainsi des points de passage des deux craies. Ce passage au SE de Mâlay-le-Grand s'effectue vers 93 m., et celui de *Micr. coranguinum* à l'assise à *Belemnitella quadrata* paraît ainsi monter vers 163 mètres.

Sur la rive droite de la vallée de la Vanne, la craie à *Micr. decipiens* n'existe plus auprès de ces localités, et la craie à *Micr. coranguinum* se laisse seulement voir dans ses parties les plus hautes. A la crayère Préau, au NW de Mâlay-le-Petit, on assiste vers 135 m. à l'apparition du Campanien ce qui porte cette assise à une cote bien moindre que l'indique la feuille de Sens. Dans cette exploitation, j'ai recueilli *Offaster pilula* avec faune adéquate, et à niveau légèrement inférieur *Micr. coranguinum*, *Marsupites testudinarius* SCHL., assez fréquents.

Plus à l'Est, en face de Mâlay-le-Petit, l'assise à *Micr. coranguinum* plonge plus brusquement encore, et d'après mes recherches, je ne serais pas étonnée que sa disparition s'opère vers 130 mètres.

Il est évident qu'un synclinisme peut être envisagé et qu'il est vers Mâlay-le-Petit une *fosse synclinale*, plus exactement à vrai dire une fosse terminale. Son existence se fortifie sur ce point par une couverture sérieuse de dépôts éocènes descendant très bas vers la vallée. Cette extension des argiles tertiaires est bien soulignée sur la feuille de Sens.

Auprès de la route de Véron à la Grange-au-Doyen, j'ai signalé, plus haut dans ces notes, la craie à *Micr. decipiens* vers 135 m. au minimum. Si l'on tient compte des 70 m. de puissance de l'assise à *Micr. coranguinum*, attribuée par M. J. Lambert pour cette craie dans les environs de Sens ¹, nous obtenons 205 m. pour la venue du Campanien. Au-dessus de Mâlay-le-Grand, j'ai porté ce passage à 163 m.; à Mâlay-le-Petit 130 m., soit une différence minimum d'inclinaison de 75 m. pour une distance en ligne droite de 7 kilomètres.

A partir de Mâlay-le-Petit en se dirigeant au N, le synclinal se relève *très faiblement*.

Jusqu'à Theil ce pli, emprunté par la vallée inférieure de la Vanne, abandonne cette dernière et se poursuit vers Pont-Évrat où nous le voyons s'achever. Là une faille postérieure au plissement vint, plus tard, se greffer sur son axe.

Cette ondulation de la rive droite de l'Yonne se raccorde et coïncide à la bande plissée de l'Eure de la rive gauche ², qu'elle semble prolonger et terminer.

1. J. LAMBERT. Souvenirs sur la géologie du Sénonais. *B. S. des Sc. de l'Yonne*, 2^e sem. 1902.

2. AUGUSTA HURE. *Loc. cit.*, 1918.

L'horizontalité des bancs de la craie ne permet pas de soupçonner de tels mouvements, l'inflexibilité des assises s'opposant à de grandes courbes ; c'est à l'aide de fractures que se sont opérés les effets tangentiels. Toutefois, pendant la construction de l'aqueduc des eaux de Cochepies à Maillot, une coupe de la craie, prise au-dessus et en aval du village de Rosoy, où se greffe précisément l'anticlinal au bord de la vallée de l'Yonne, nous montre avec le redressement de ses lits de silex des ondulations assez précises. Il y a là une plasticité assez étonnante de la craie (fig. 2 et 3).

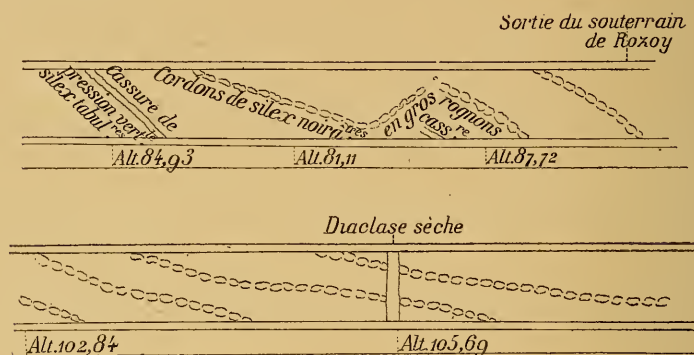


FIG. 2 ET 3. — Coupes de la CRAIE EN AVAL DU VILLAGE DE ROSOY montrant un redressement de ses lits de silex.

HYDROGÉOLOGIE.

Vallon du ru de la Fontaine-à-l'Érable. — L'achèvement d'un synclinal vers Pont-Évrat et l'existence d'un anticlinal à Arces, ont exercé une influence directrice sur le tracé rayonnant des eaux : source de la Fontaine-à-l'Érable, source d'Arces, source de Rageuse. Ces deux dernières donnent naissance à des ruisseaux qui, presque aussitôt à jour, disparaissent.

A l'origine du creusement du vallon de la Fontaine-à-l'Érable, les eaux tertiaires, et probablement celles d'une partie du Quaternaire ont suivi vraisemblablement une direction conforme à la pente rapide N anticlinale. Dès Pont-Évrat, cet écoulement brutal primitif empruntant la traversée synclinale, ensuite son pendage N peu appréciable sous l'achèvement du pli, a poursuivi sa route NE par Ville Froide pour s'unir ensuite au vallon de Cerilly allant retrouver la vallée de la Vanne (fig. 4).

Plus tard, l'établissement SW-NE de la faille de Pont-Évrat

sur son parcours est venu interrompre et déniveller sa direction *conséquente*. Dès lors, les eaux, émergeant des flancs de l'anticlinal et arrivant en face de ce seuil effondré, tournèrent brusquement au NW pour gagner le sillon de Vaudeurs déjà bien tracé dont elles devinrent tributaires. Le ruisseau actuel de la Fontaine-à-l'Érable, continuant à occuper cette dépression, est devenu de ce fait dès Pont-Évrat un ruisseau *subséquent* (fig. 5).



FIG. 4. — Tracé primitif des eaux du vallon de la FONTAINE-A-L'ÉRABLE. — 1/240000.



FIG. 5. — Second tracé des eaux du vallon de la FONTAINE-A-L'ÉRABLE, après la venue de la faille de Pont-Évrat. — 1/240 000.

Le coude du vallon de la Fontaine-à-l'Érable, en face d'une vallée sèche, indique la capture du cours d'eau. Ici cette courbe remarquable et la faille sont en relation. L'âge du tronçonnement des eaux de ce vallon serait daté par cet accident tectonique qui semble quaternaire.

Il est à remarquer que la vallée de Vaudeurs, captée par le ruisseau de la Fontaine-à-l'Érable et unie de la sorte à la faille de Pont-Évrat, est la plus profondément creusée parmi les petites vallées limitrophes.

Vallée de la Bique. — La vallée de la Bique est une vallée d'âge mûr, longue, bien creusée, dont les eaux primitivement se rendaient directement à l'Yonne. Après avoir capturé l'eau de tant de vallons, son cours se laissa déposséder à son tour de son

nom par le ru Saint-Ange qui n'est qu'un affluent n'ayant presque pas travaillé (fig. 6 et 7).

A l'E, le substratum de la vallée de la Bique influencé par le dénivellement des couches de la craie de la Grande-Vallée, et transformé sans nul doute en petite cuvette, a supprimé l'allure régulière de sa surface piézométrique. D'une zone sourceuse à écoulement actif, il est devenu sous cet accident une zone sourceuse marécageuse due à une insuffisance de pente sur ses côtés.

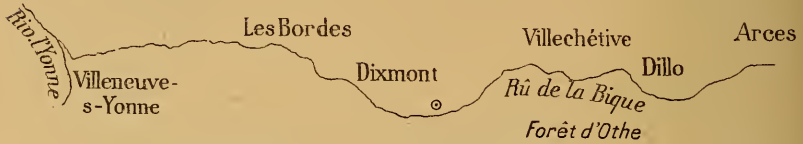


FIG. 6. — Tracé primitif des eaux de la vallée de la Bique. — 1/210 000.

C'est au Turonien que l'on peut attribuer ses émergences, comme les résurgences du Puits-au-Sire, du Crau-du-Souci, du Crot-Guénin, au NE de Dixmont et des sources de Cochepies à l'entrée de la vallée Saint-Ange.



FIG. 7. — Capture de la VALLÉE DE LA BIQUE par le RUISSEAU SAINT-ANGE. 1/240 000.

Des expériences à la fluorescéine (Service des Eaux de la ville de Paris) sur les eaux du lavoir sud de Villechétive ont permis de voir que toutes ces sources sont en relation entre elles.

Quand le fond du thalweg de la Bique est trop imbibé, les eaux s'écoulent dans la vallée et rejoignent le ruisseau Saint-Ange. C'est la région aquifère de l'hiver. Quand-la sécheresse arrive, les eaux disparaissent.

Cette disposition donne lieu à de la tourbe et à une terre tourbeuse que l'on voit surtout vers le grand étang et les anciennes fouilles d'Eichtal. Sa présence a été parfois confondue avec celle du lignite. Le tronçon supérieur de la vallée s'accompagne de fréquents effondrements.

Il semble que le pendage S de l'anticlinal exerce déjà vers Villechétive son influence de ligne de partage de l'Yonne et de la Vanne.

Des expériences faites en 1911 dans les pertes du ru de Dillo ont révélé que seules les sources de la vallée de la Vanne furent influencées (sources du Miroir, de Noé).

Au point de vue topographique le val du ru de Dillo se soude en tête de la vallée de la Bique. Il est donc intéressant de constater que les absorptions souterraines cheminent dès ce point dans une direction orthogonale à la direction des ruissellements superficiels. La distance horizontale entre les pertes de Dillo et la source du Miroir est de 40 500 m. La vitesse de la fluorescéine pendant cette expérience a été de 110 m. à l'heure¹.

Une canalisation, pour l'assainissement du périmètre des sources captées par la ville de Paris, effectuée en 1918 dans la partie haute de la vallée de la Bique m'a montré sur 0,30 à 0,35 de haut un sol argilo-sableux (limon) souvent marécageux. Le sous-sol comprend des galets de silex tertiaires, des silex éclatés dans une argile constituant un dépôt de transport.

Vallée Saint-Ange. — Seul son tronçon supérieur jusqu'au hameau de la Grande-Vallée lui appartient en propre et son peu de profondeur, sa forte pente attestent encore la jeunesse ; c'est un vallon inachevé dont on sent très bien l'évolution. Deux phases, d'âge différent, s'y font sentir : 1° Dès l'origine, les eaux subaériennes creusèrent un vaste sillon E-W dont ils façonnèrent parfaitement l'auge et les versants. Cet ancien état de choses se saisit des étangs Saint-Ange jusqu'auprès de la route de la Grande-Vallée à Bussy-en-Othe. 2° Après ce premier creusement, et sans doute sous la venue de sources, les eaux allongèrent leurs cours ; celles-ci attirées vraisemblablement par la cassure N-S précitée du hameau de la Grande-Vallée, s'infléchirent brusquement au NW décrivant à la moitié de leur parcours un coude qui les porta rapidement à la Grande-Vallée. Là captant ou captées par les eaux de la vallée de la Bique elles furent entraînées à l'Yonne.

Plus tard, l'assèchement de la vallée de la Bique permit au ru Saint-Ange d'occuper seul le grand sillon, grossi sur son parcours par les ruisselets que lui fournissaient des émergences. Ce ruisseau *conséquent* jusqu'au hameau de la Grande-Vallée devint *subséquent* de la Grande Vallée à la vallée de l'Yonne (fig. 7).

Le coude, que décrit la vallée Saint-Ange au S du hameau de la Grande-Vallée, en rompant la rudesse de la pente a permis aux eaux d'affouiller, sur la partie convexe, la masse crayeuse et

1. F. DIÉNERT. Comptes rendus des travaux exécutés pendant les années de 1910 à 1912 *Annales de l'Observatoire municipal*.

tertiaire. Trois petites terrasses, inégales et interrompues, de 300 m. environ de longueur, admirablement façonnées et superposées en aval de la courbure, correspondent à différents stades d'affouillement à une époque où des eaux abondantes façonnaient le vallon.

Vallée de la Vanne. — A partir de Villeneuve-l'Archevêque la vallée abandonnant sa ligne droite décrit jusqu'à la vallée de l'Yonne une vaste courbe. La dénivellation entre son thalweg et le sommet des coteaux varie de 100 à 150 m. Cette déviation coïncide avec la venue de la fosse synclinale décrite. Obéissant à la loi de ce synclinisme et dépendante du relief existant, ses eaux se sont précipitées dans cette dépression bien tracée dont elle semble affermir les contours. Naturellement le point le plus accentué de la sinuosité correspond, vers Mâlay-le-Petit et Noé au plus profond de la cuvette. Il est possible que l'écoulement primitif se serait opéré en ligne droite jusqu'à la vallée de l'Yonne en tout autre état de cause. Aucun vieux relief, aucun autre chenal ne plaident pour une direction préexistante. La rivière actuelle mérite bien le titre de cours d'eau *conséquent*. Je n'entrerai pas dans le procès par lequel la topographie de la vallée explique et justifie ce phénomène.

Le trait le plus frappant est l'équilibre parfait du lit originel de la Vanne répondant à l'équilibre du régime de son bassin. Certes il a fallu un changement orogénique bien tranché pour faire de la vallée à pente rapide, une vallée à pente faible et marécageuse. Cette brusque évolution tient à une circonstance tectonique et non climatérique. Aussi ferai-je intervenir ici la faille de Pont-Évrat. Le Bassin de la Vanne renversé du SW au NE par l'effondrement des couches de la craie, dut paralyser, dans une certaine mesure, le cours inférieur de sa vallée de l'aval en amont de Villeneuve-l'Archevêque.

Ainsi modifiée, la Vanne se trouva d'un seul coup dans une vallée à pente démesurément réduite, trop large désormais pour ses eaux de ruissellement et sourceuses. Alors commença, se poursuivant jusqu'à nos jours, un régime tourbeux de Mâlay-le-Grand à Chigy. De la sorte la tourbe de la vallée de la Vanne pourrait être considérée comme un dépôt de remblaiement qui se forma après cet affaissement graduel d'une partie de son bassin.

S'il en est ainsi, il serait facile de dater la faille de Pont-Évrat qui se situerait avec les premiers dépôts de limon tourbeux de cette vallée, vers la fin du Pléistocène ¹.

1. AUGUSTA HURE. Notes géologiques et archéologiques sur la vallée de la Vanne. *B. S. des Sc. de l'Yonne*, 1^{er} sem. 1912.

L'ancien thalweg inférieur asséché du ruisseau de la Fontaine-à-l'Érable, déjà bien tracé avant l'apparition de la faille, ne serait pas pour contredire cette hypothèse.

HYDROLOGIE GÉNÉRALE.

Cette conséquence tectonique, ainsi que les cassures des couches qui devaient en résulter, ne manquèrent pas de s'exercer sur l'allure des eaux souterraines, modifiant sur des points leur système constitué. Déjà vers Coulours et Bœurs-en-Othe, on peut constater l'écoulement à contre-pente des eaux souterraines, les obligeant à une direction opposée à leur ligne primitive.

D'autre part, d'importantes sources captées sur la rive gauche de la vallée de la Vanne, dans le secteur influencé par la faille de Pont-Évrat, trahissent le déplacement de leur route sous l'influence de l'affaissement des couches de la craie, « ce qui constitue de véritables accidents hydrologiques ». Des expériences à la fluorescéine par le Service des eaux de la Ville de Paris me permettent de conclure que ces eaux souterraines, au lieu de suivre le plan de base des thalwegs et de résurgir normalement soit à la jonction de la vallée principale, soit en aval en raccourci, émergent en amont. Il y a un rapport, semble-t-il, avec le renversement SW-NE de la masse crétacée.

De la rive gauche de la vallée de la Vanne à la périphérie de la rive droite de l'Armançon, la région d'Othe est riche en sources pérennes et temporaires : sources de hautes vallées, sources de basses vallées. Les unes d'un débit important sont captées par la Ville de Paris et les communes ; les autres de faible venue forment des ruisselets qui ne tardent pas à disparaître dans le sol¹. Les périodes humides et sèches se font nettement sentir sur leur débit, sur leur température, sur leur constitution ce qui augmente ou diminue leur résistivité. Les groupes de sources, que la Ville de Paris a captés, ont leur périmètre d'alimentation dans la craie ; leur circulation est réglée par de multiples fissures, par de nombreuses diaclases qui l'accélère ou la retarde.

C'est aussi une zone poreuse par excellence, criblée d'effondrements divers.

La variation annuelle du niveau piézométrique peut atteindre 6 à 8 m.

1. En ce qui concerne ces sources, leur débit, leur résistivité, les expériences sur leurs rapports, sur les relevés pluviométriques de l'Othe..., on consultera avantagement dans les *Annales de l'Observatoire municipal*, les travaux de MM. Duclaux, Mabourtin, Janet, Dienert, Le Couppey, Guillard, Marrec, etc.

A plusieurs de ces effondrements on doit la venue de sources : source de la Bacule, source de Pierre-Blanche près de Cerisiers, disparues de nouveau dans le courant du XIX^e siècle. Depuis deux siècles des ruisseaux importants sont réduits ou disparus¹.

Quantité de petites émergences qui existaient avant le captage des sources principales sont tarées par suite de l'abaissement du niveau hydrostatique, abaissement reconnu de 2 mètres près de Noé et près de l'ancienne source de la Bacule.

Des ruisseaux également pérennes et temporaires sont absorbés par des bêtouilles successifs et cheminent souterrainement pour ne reparaitre qu'après un certain parcours ; celui de Saint-Ange est de ce nombre.

La circulation rapide des eaux souterraines se répercute dans des puits : puits du Puits Botin (commune de Véron) ; du Crau (commune des Bordes).

Les contractions imprimées par les pressions verticales des couches superposées, ayant produit des cassures élargies par l'action des eaux, sont parcourues par de véritables ruisseaux souterrains : de La Guinand, de Fort Sublot, du Crau ; de la Bouillante (Aube), ou se distinguent par de fortes venues d'eau : puissantes diaclases d'Armentières, de Noé. Les parois de ces conduits sont lisses et le lit de ces eaux souterraines formé de limon ocreux².

Ces eaux carbonatées sont responsables de ces dépôts tufeux, holocènes, de ces sources incrustantes (source Saint-Gorgon près de Véron) qui se rencontrent au flanc et dans le fond des vallées³. On ne remarque rien de semblable sur la rive gauche de l'Yonne et il semble que le travail des eaux sur la rive droite soit facilité par la constitution de la craie.

De nombreux vallons longs et profonds distinguent surtout le bassin inférieur et méridional de la Vanne... Il est certain que la plupart coïncident aux divers mouvements décrits.

Sur la rive droite, la tête du vallon de Villiers-Louis possède vers 142 mètres d'altitude, une source captée par cette commune. En 1900, une expérience à la fluorescéine sur ses eaux a mon-

1. LE COUPEY DE LA FOREST. Sur la disparition des ruisseaux superficiels et des sources du département de l'Yonne. *B. Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1904, p. 133.

2. La Guinand parcourt des galeries souterraines dans la craie dont l'une de 150 m. de développement et l'autre 206 m. et qui étaient les plus longues cavernes connues dans la craie du Bassin de Paris avant que M. Martel découvrit celles du Trépail, dans la Marne, de 1 km. de longueur. E.-A. MARTEL. La caverne du Trépail. *Bull. Serv. de la Carte géol.*, 88, XIII, 1902. — Cf. LE COUPEY DE LA FOREST. *Loc. cit.*, p. 135.

3. AUGUSTA HURE. Études géol. et archéol. sur la vallée de la Vanne. *B. S. des Sc. de l'Yonne*, 1912.

tré une communication particulière sous le thalweg de la vallée de la Vanne avec les émergences de la rive gauche. « La source de Noé, sur cette dernière rive, à 2 900 mètres de Villiers-Louis a été colorée au bout de la 51^e heure, ce qui représente une vitesse de propagation de 57 mètres à l'heure ¹. » Cette relation souterraine entre les deux rives de la vallée de la Vanne est des plus curieuses, d'autant qu'elle coïncide au point le plus bas de la fosse synclinale. La même expérience tentée récemment n'a donné aucun résultat. Doit-on envisager que les eaux ont changé leur direction?

J'ai pu dresser à l'aide de traits descriptifs, le système de circulation qu'ont adopté sur des points les eaux souterraines. Si nous considérons leurs lignes directrices, on est frappé combien la fosse synclinale attire et draine les eaux de la rive droite. En amont de Noé, les émergences deviennent plus rares et désertent l'attrait de la vaste dépression pour chercher de nouvelles voies compatibles avec l'allure modifiée des couches de la craie. C'est alors qu'on les voit émerger à contre-pente vers Chigy, Armentières... Autrement dit, elles sont le réflexe d'un déplacement au NE du substratum crayeux (fig. 9).

ÉOCÈNE.

ARGILE A SILEX. — Un manteau d'argile à silex couvre quantité de points de la région d'Othe; son épaisseur peut atteindre 10 m. comme à Villechétive et plus. Un puits nouvellement creusé entre Dillo et le Charme m'a montré l'argile à silex sur une puissance d'environ également 10 mètres s'appuyant sur la craie. La multitude des silex est telle, que de tout temps les paysans ont épierré leurs champs. Aussi le pays était-il parsemé de *murgers* c'est-à-dire de cailloux amoncelés au bout des cultures. Ces argiles ont une capacité d'absorption d'eau pluviale considérable.

Plus on se dirige au S, plus l'argile à silex comporte de gros volumes, indiquant comme la circonscription de l'ablation de la craie sénonienne, si particulière avec ses épais cordons uniformes siliceux, la craie campanienne offrant des silex cornus relativement plus petits.

Sous le terme d'argile à silex on confond trop souvent l'argile à silex proprement dite en superposition avec la craie, et le limon à silex d'âge plus récent surmontant tantôt l'argile à silex véritable, tantôt des argiles sableuses sparnaciennes. L'étendue de ce dépôt superficiel est importante; sa formation se lie soit avec la dénudation produite à la suite des plissements, soit

1. *Annales de l'Observatoire municipal*, 1899 et 1900.

avec un décapage torrentiel quaternaire... Il est facile de l'expliquer par des remaniements de l'argile à silex et des assises sparnaciennes, sous des phénomènes différents. En effet, on trouve dans ce dépôt des éléments propres à chacune de ces formations : galets de silex, grains de sable quartzeux et grossiers, fragments ferrugineux, grès..., mais le silex éclaté domine.

Cette nappe occupe les plateaux, descend au flanc des coteaux, tapisse le fond des vallées, comme celles de St-Ange et de la Bique.

Le Sénonais est un terrain favorable pour voir se continuer la formation de l'argile à silex. La dissolution de la craie s'y poursuit non seulement à l'air libre, mais sous le manteau des assises tertiaires qui se laisse pénétrer par l'action lente et invincible des eaux pluviales avides de calcaire. Des coupes montrent l'œuvre d'une altération, qui sous des contours capricieux, transforme peu à peu la craie en argile tout en respectant l'ordre des silex. Ces faits sont d'autant plus fréquents que la craie paraît plus attaquable. Puis on sait que la craie sénonienne comprend 2 à 3 % d'argile.

L'argile prend parfois naissance autour d'une craie pyriteuse ou ferrugineuse, sans qu'aucune argile n'ait été amenée du sommet de l'assise, ces points correspondent également à des fissures verticales où l'eau au temps d'humidité chemine lentement et s'accumule sur un point sans issue. J'ai pu observer ces gîtes argileux à tous les stades, depuis leur début, prenant le caractère d'une lentille, jusqu'à la véritable poche. À côté de cela, il existe des vides de la craie, où il y a eu introduction par les eaux de l'argile du voisinage.

SPARNACIEN. — Ces témoins jalonnent quantité de points sous la forme de grès et de poudingues, d'argile plus ou moins plastique, de sables grossiers quartzeux, de sables fins, d'amas de silex roulés (galets), donnant lieu à des exploitations. Ces argiles et ces sables occupent, à l'exemple de l'argile à silex, une multitude de dépressions creusées dans la craie sur plus parfois de 20 mètres de profondeur, comme à la Renardière, près d'Arces¹.

Leur formation semble acquérir un maximum de puissance dès que le pendage de la craie s'accentue. On ne remarque rien de semblable pour l'argile à silex proprement dite.

Entre la formation de l'argile à silex et la formation des argiles plastiques, une érosion continentale s'est donc de nouveau exercée sur la craie, creusant des fosses dans lesquelles se déposèrent ensuite des éléments sparnaciens. Dans une exploitation au SW de Villechétive bordant le chemin de grande communication de

1. Légende explicative de la feuille de Sens, 2^e édit. Paris, 1906.

Joigny à Cerisiers, une craie blanche, dont j'ai déjà parlé, est surmontée d'un tuf subaérien (voir ci-après) ainsi que d'une argile rouge sableuse sparnacienne avec silex éclatés provenant de l'argile à silex remaniée.

Des sables grossiers argileux renferment du minerai de fer, en fragments, en grains, rarement en amoncellement. Ces dépôts sont particulièrement intéressants vers Arces et les Biron.

C'est ce fer qu'en premier lieu les Gaulois et les Romains employèrent pour leur industrie. Les buttes importantes de scories de l'Othe témoignent de cette active exploitation.

Jusqu'alors, rien ne rappelle dans le Bassin de la Vanne, le dépôt de fer (limonite) de Villenavotte en amont de Pont-sur-Yonne. Là, un tout petit gisement est exploité au sein de la masse plastique que surmontent des sables blancs et fins. Je reviendrai sur ces faits dans un travail spécial.

Dans le vallon au-dessous de Vaucrechot, non loin de la route de Dixmont à Grange-Pourrain, des puits récents pour la recherche du lignite permettent d'étudier une couverture sparnacienne d'argile, de sables fins et grossiers sur 12 mètres environ de puissance. A Corvisart, au SW de Dixmont¹, 15 mètres d'argile jaune rouge sont recouverts par 4 et 5 mètres d'argiles sableuses jaunes à taches grisâtres. Sur le plateau des Bordes, les dépôts recouvrant la craie atteignent jusqu'à 40 mètres d'épaisseur².

Aux Biron, une sablière, au lieu dit les Sablons de Pont-Évrat, m'a donné :

1. Terre végétale, 0,25.
2. Sable blanc et rouge, 4 mètres environ.
3. Banc de grès ferrugineux, ayant l'aspect de gros sablon cimenté, 0,08 à 0,12.
4. Sable rouge avec mêmes fragments de grès ferrugineux.

La faible teneur en fer de ce grès ne permet pas de penser que de semblables bancs furent employés dans la métallurgie ancienne.

TUFS SUBAÉRIENS. — Parfois sur de grands espaces et sous une certaine puissance, la craie a pris un aspect spathique et cristallisé. De ces exemples s'observent dans les affleurements du chemin rural de Pont-sur-Vanne aux Clérimois, passant près du village de la Queue-de-Chimay ; puis vers Brion et la Fourchette à l'E de Joigny.

De larges tables, véritables masses d'un tuf subaérien, s'intercalent entre la craie et les argiles grossières sableuses sparnaciennes ; cette formation provient d'une décalcification et d'un

1. Corvisart sur la carte à 1/80 000.

2. A. LEYMERIE et V. RAULIN. Statistique géologique du département de l'Yonne. Auxerre, 1858.

remaniement de la craie. Parfois ces masses constituent de véritables roches. S'étant formées sous l'argile, quand celle-ci a disparu, ces formations sont à la surface du sol.

Sur le chemin de raccourci conduisant de Mâlay-le-Grand à la Mattre, plusieurs de ces blocs impriment un chemin raboteux et scellent entre eux des nodules et des grains de craie durcie au point de former un poudingue à ciment calcaire.

Un reste de même lit tufeux, à contournements bizarres et ravinés de cavités, se voit dans la crayère au SW de Villechétive occupant la même position entre la craie d'où elle dépend et les argiles sableuses sparnaciennes. L'importance de cette table a été réduite sous l'effet de l'exploitation.

GISEMENT DE LIGNITE DE DIXMONT. — L'une des particularités de la vallée Saint-Ange est l'existence sur son flanc droit, près de l'Enfourchure de Grammont, au lieu dit La Fontaine-aux-Brins, de cette profonde fosse ligniteuse, connue dans le pays sous le nom de « La Mine ». Abandonné depuis longtemps, ce gisement est depuis 1917 l'objet d'une active exploitation.

Des prospections pour la recherche du lignite furent entreprises de longue date, et même récemment sur ce territoire. Des puits, des sondages, l'étude spéciale des argilières firent découvrir la présence plus ou moins appréciable du lignite sur bien des points de la région, mais ne présentant jusqu'alors aucun espoir d'exploitabilité.

D'après M. H. Marlot, qui a recherché le lignite aux environs de Dixmont, le niveau des petites couches ligniteuses mélangées d'argile brune correspond au niveau du grand gisement¹.

Du lignite pulvérulent a été reconnu par ce géologue sur une épaisseur souvent de plusieurs mètres, tel au hameau de Vaulevrier, près de la Fontaine-des-Près.

Les autres lieux ayant fourni de ces traces sont : Chapitre dans les bois de Chalonge, sur la route des Brûleries ; la Monte-aux-Bœufs, lieu dit le Charbon de terre, sur le prolongement de la Mine ; la Sablière de la Belle-Idée ; Vaurechot ; Bauvais ; Corvisart ; bois de la Renarderie ; on prétend qu'elles se prolongent à Villechétive et même jusqu'à Noé ; M. H. Thomas parle de Courgenay, près du bois du Fauconnais².

L'âge du gisement de lignite de Dixmont n'est pas douteux et correspond au Sparnacien.

1. H. MARLOT. Notes sur les lignites de Dixmont (Yonne). *B. S. d'Hist. nat. d'Autun*, 1901, p. 181 à 185.

2. A. LEYMERIE et V. RAULIN. Statistique géologique du dépt. de l'Yonne Auxerre, 1858. — A. PERON. Au sujet de l'excursion dans la forêt d'Othe. *B. S. des Sc. de l'Yonne*, 2^e sem., 1903. — A. PISSIER. Etudes historiques sur Dixmont. *B. S. des Sc. de l'Yonne*, 1^{er} sem., 1907. — Légende explicative de la feuille de Sens.

M. Blanchet, propriétaire du château de Sainte-Marie-Léonie, de qui dépend l'exploitation, a bien voulu me soumettre les résultats du dernier et principal sondage de La Mine.

Altitudes.

Sondage vertical opéré le 18 août 1917.

- De 0 à 3 m. 50, sable blanc siliceux et silex.
 103 m. 37 De 3 m. 80 à 9 m. 80, lignite et bois ligneux mélangés.
 De 9 m. 80 à 14 m. 10, sable blanc siliceux.
 De 14 m. 10 à 16 m., argile compacte.



FIG. 8. — MINE DE LIGNITE DE DIXMONT au lieu dit « Fontaine-aux-Brins ». Exploitation à ciel ouvert. Au premier plan, branches d'arbres fossiles.

De 16 m. à 18 m. 60, argile blanche sableuse.

De 18 m. 60 à 20 m. 20, argile compacte portant des traces de lignite.

90 m. 87 De 20 m. 20 à 22 m. 30, argile rouge sableuse.

Profondeur totale 22 m. 30.

Comme on le voit le lignite est précédé et surmonté d'argile plastique sableuse, de sables fins, d'autres sables plus ou moins grossiers sur une grande puissance. Des sables fins et blancs, puis d'autres gris ou ocrés selon qu'ils côtoient des argiles blanches, des argiles grises et rubéfiées, ont pénétré çà et là au sein de la masse ligniteuse comblant des cavités. Ces éléments ne se sont pas déposés en même temps que s'accumulait le lignite, mais furent amenés ensuite, dans les multiples fissures, dans les poches vides, par les eaux d'infiltration. C'est l'impression que donne l'étude de l'exploitation actuelle et que l'on ne peut toujours posséder par des sondages. Leymerie et Raulin signalent déjà le fait, quand ils disent que la masse de lignite n'est recouverte d'aucune liaison de sables argileux ¹.

Cependant, des lentilles blanches sableuses tranchant sur le fond noir, des interbandes, des veines et des nids toujours superficiels d'argile grise n'ont pas d'autre raison d'être que celle que je viens de donner.

Au faite, des sables blancs et fins sont assez purs, puis passent à l'argile. C'est l'aspect ordinaire de semblables dépôts sparnaciens. Toutefois, on y voit des sables ocrés ou rosés. Brûlés, ils donnent une poussière blanche indiquant un coloris assez superficiel.

On remarque des sables fins et grossiers agglomérés, déjà cimentés réalisant le grès en formation. Ces petits blocs sont blancs, gris, rougeâtres, selon leurs matériaux constituants.

Dans les galeries souterraines, j'ai observé contre les parois ligniteuses des paillettes brillantes de sulfure de fer. Leymerie et Raulin parlent de la découverte de nodules de pyrite (p. 536).

Ce gisement m'apparut orienté NE-SW, avec inclinaison NE.

Son ensemble met en évidence les passages progressifs du lignite : des branches et des troncs d'arbres sont simplement fossilisés, ayant conservé leur structure anatomique ; une tourbe mate est formée par la décomposition des feuilles, des herbages et des menues branches ; de ces dernières ont déjà acquis l'aspect du charbon ; des veinules sont très brillantes. Une espèce de bois domine ; je la considère comme conifère. Respiré de près ce bois dégage une odeur agréable térébenthineuse.

Fliche, professeur à l'école forestière de Nancy, a vu dans la structure de ces bois, des essences d'Eucalyptus. Avant lui, M. Reverchon, ingénieur en chef des mines à Troyes, y avait reconnu quelques échantillons de la nature des Palmiers. MM.

1. LEYMERIE et V. RAULIN. Ouvr. cit., p. 536.

Bureau et Renault ont pu rapporter ces troncs d'arbres au *Taxodium distichum* ou Cyprés de la Louisiane, que de nos jours le Mississipi charrie encore en quantités énormes¹. M. Dupuis-Delcourt a signalé des Fougères arborescentes, des Rosacées, des Conifères et des Palmiers, tout cela sans preuve à l'appui².

Parfois, le délitement flexible en lattes du bois fossile a entraîné plus d'un observateur à voir dans ce fait un des caractères du bois du Palmier. Cela n'est pas fondé, car nos essences actuelles forestières, comme le Châtaignier, se délitent avec une même facilité, lorsque coupées et débitées elles restent soumises l'été longtemps à l'air.

Le gîte de Dixmont n'est pas stratifié et je n'y ai rencontré aucune faune fossile; seulement quelques petites graines rappelant celles des Graminées. L'entassement irrégulier, cahoteux des végétaux, l'enchevêtrement des troncs, des branches brisées plus ou moins considérablement sont loin de démontrer un dépôt tranquille, produit sous des apports périodiques des eaux.

Ce lignite occupe dans l'étage turonien une poche très profonde due sans doute à un ancien effondrement de la craie, approfondie ensuite par l'érosion continentale. Les derniers sondages n'ont pas atteint le fond.

Il faut aussi songer à la conjecture que j'ai émise plus haut : d'un glissement important de la craie vers le hameau de la Grande-Vallée ayant déterminé plus tard la formation du vallon de Vau-leuvrier, et d'une partie de la vallée Saint-Ange. Cette rupture est extrêmement voisine du dépôt de lignite qui s'aligne dans la même direction (fig. 9).

La rupture des couches de la craie a pu parfaitement provoquer l'affaissement d'un sol lagunaire et forestier et susciter un violent déplacement d'eau immergeant le territoire, entraînant dans la dépression sous de nouveaux afflux la masse forestière effondrée. Une fois la forêt échouée dans cette fosse préexistante, déjà très comblée par des dépôts argileux sableux, le régime ancien reprenant son allure, des dépôts de même nature vinrent ensuite achever ce remplissage.

L'intervention d'un dépôt forestier épais et constant, venant interrompre d'un coup la formation régulière des argiles et des sables paraît être la répercussion d'un événement brutal particulier. D'autre part, on se rend compte que le combustible minéral s'est formé dans une dépression circonscrite.

1. H. THOMAS. Revision de la feuille de Sens. *Bull. 98 des Services de la Carte géol. de Fr. et des topogr. souterraines*, avril 1904.

2. A. PÉRON. Au sujet de l'excursion dans la forêt d'Olhe. *Bull. S. des Sc. de l'Yonne*, 2^e sem., 1903.

Avec les diverses découvertes ligniteuses de la région, additionnées du gisement de Dixmont, il me paraît possible de faire ressortir l'aspect général que présentait le pays pendant l'ère sparnacienne, plus verdoyant qu'ailleurs dans l'Yonne.

Il y avait donc à cette époque inégalité de végétation. Tandis que le grand dépôt ligniteux nous indique la véritable forêt, des traces moins importantes environnantes sans vestiges de grands arbres révèlent une végétation herbacée et d'arbrisseaux de petites tailles.

A l'heure actuelle un nouveau gisement de lignite découvert vers Pouy (Aube), équivalent comme âge à celui de Dixmont, n'est pas sans venir consolider ces théories. En 1884, l'abbé Poirier, dans sa description de l'argile plastique du Montois, a signalé des troncs, des amas analogues qui sont comme la suite de ces dépôts¹.

LUTÉTIEN. — Dans l'aire synclinale précédemment décrite, s'est logé un calcaire lacustre du Lutétien supérieur que récemment, avec M. G.-F. Dollfus, j'ai signalé². Dans le Sénonais ces restes sont plus étendus qu'on ne le supposait et existent au delà des limites que nous leur avons assignées. En effet vers Coulours, Bœurs-en-Othe, de semblables débris lutétiens se montrent sur le sol, noduleux, très durs, extrêmement pauvres en fossiles. Cette formation s'étend ainsi loin à l'Est jusqu'aux limites du département de l'Aube.

J'ai à peine trouvé de ces fragments sur le trajet de l'anticlinal, ce qui me porte jusqu'alors à penser qu'ils restent en relation avec la cuvette.

Sur les plateaux ils se trouvent en place. Vers le Bosquet du Lys, au N de Mâlay-le-Petit les terres sont couvertes par des blocs très nombreux qui forment des traînées continues sur des grandes surfaces². Depuis l'exposé de ces premières découvertes je les ai revus isolément vers la ferme des Saints-Pères, descendant très bas au-dessous de Vaumarot ; puis plus à l'Est vers Trémont (fig. 9).

OLIGOCÈNE.

STAMPIEN. — Il est presque impossible parfois de faire avec certitude des divisions dans la masse des sables grossiers tertiaires avec silex roulés (galets) que l'on observe sur les plateaux du Sénonais. Toutefois je ne serais pas éloignée d'admettre que

1. *B. S. G. F.*, (3), t. XIII, 1884, p. 70.

2. *AUGUSTA HURE et G.-F. DOLLFUS, loc. cit.*, 1917.

quelques-uns de ces dépôts peuvent être reportés dans l'Oligocène supérieur. Des sables blonds à galets, à croûte également blonde, pourraient être de ce nombre.

Tant qu'au tracé des roches stampiennes il devient de plus en plus délicat à mesure qu'on s'avance vers le Sud de l'Yonne.

Depuis l'époque romaine jusqu'à nos temps actuels, ces grès ont été l'objet d'une vive exploitation soit pour la construction et la vicinalité, soit pour en débarrasser les terres. Jadis leur nombre était autrement grand, il suffit de consulter les constructions et les églises de villages et les vestiges anciens.

Il y a quelques années les poudingues stampiens n'étaient pas connus dans notre région. Ce n'est qu'en 1917 qu'ils ont été signalés¹. Je répéterai ici les caractères qui les distinguent des poudingues sparnaciens : Ces roches supérieures sont en blocs de grande dimension, à *cassure perpendiculaire*, avec galets jaunes ou blanchâtres, altérés, à ciment également blanchâtre bien moins dur que celui du Sparnacien.

Sur la carte de la figure 9, j'ai précisé les plus importants groupements stampiens ; pour les roches en petit nombre ou isolées on suivra également leur tracé aisément. On verra qu'un lambeau notable s'accuse sur la rive droite de la Vanne au-dessus de Mâlay-le Petit au lieu dit Millon aux cotes 184 et 186 ; de nouveau on les voit groupées vers les Nonvalles et isolées vers le Haut-Villiers. Sur la rive gauche de la Vanne on les retrouve constituant les hauteurs du Clos de Noé et vers les Hauberts. Dans le vallon Jamet au SW de Vaumort, de superbes amas sont en partie disparus. Il en est de même de celui de Vaucrechot près de Dixmont très exploité ; parmi les roches, existant encore auprès de la route de Dixmont à Grange-Pourrain, il en est une qui mesure 24 m. de circonférence sur 5 m. de hauteur.

Une belle bande est celle qui s'allonge vers Villefroide au N des Bordes, passe à la Fontaine venant occuper au SE de Maurepas un singulier petit mamelon, à l'altitude de 189 mètres.

Au SE de Dixmont, ces roches occupent le Bois de l'Enfourchure vers le hameau de la Grande-Hâte, descendent jusqu'au fond du tronçon supérieur de la vallée de Saint-Ange et de la Bique, à la cote 147 pour cette dernière. Plus à l'E, on les rencontre isolées entre Cerisiers et le Saussois, vers le Gênetroy de la commune de Foissy ; à Pont-Évrat. Aux Sièges, à Cerilly, à Vaumort, à Flacy ces grès ont servi à l'époque préhistorique de menhirs et de polissoirs.

1. AUGUSTA HURE et G.-F. DOLLFUS. Découverte de débris lutétiens à l'Est de Sens (Yonne). *C. R. Ac. Sc.*, t. 165, p. 503.

CONCLUSION.

Dans l'étude du gisement de craie phosphatée de Saint-Martin-du-Tertre près de Sens, j'ai pu démontrer que le prolongement du synclinal de l'Eure se poursuit jusqu'au bord de la vallée de l'Yonne¹. Je rappelle ses caractères : pendage remarquable entre Paron et le gisement de phosphate ; relèvement plus léger du gisement de phosphate à l'église isolée de Saint-Martin ; large ondulation atténuée ensuite vers le NE. Aujourd'hui nous voyons ce prolongement coïncider avec la fosse synclinale de la vallée de la Vanne, offrant les mêmes irrégularités dans son pendage et se poursuit, en passant vers Theil, jusqu'à Pont-Évrat où périclinalement il s'achève. Deux fosses correspondant jusque dans leur dissymétrie se font ainsi face, reliées qu'elles étaient entre elles pour n'en former qu'une avant le creusement de la vallée de l'Yonne.

L'existence d'un anticlinal de Rosoy jusqu'à Arçes nous fournit une autre preuve d'un raccordement avec l'anticlinal du Roumois dont le prolongement jusqu'au-dessus du village de Paron est assuré par le pendage rapide sur ce point du synclinal.

L'inexistence de la courbure des bancs de silex sur laquelle on se basait beaucoup pour l'étude des rides de la craie avait appliqué à la région de la Vanne inférieure un monoclynisme réputé. Tout s'explique désormais par l'intervention d'un système de petites failles étant venues faciliter l'allure des ondulations.

Le tronçon inférieur du Bassin de la Vanne peut de la sorte se diviser en deux parties séparées par l'accident dit de Pont-Évrat. Si le caractère physique de la région est lié intimement aux effets de sa tectonique, on a vu combien son hydrologie en est le reflet.

Il résulte que la région d'Othe possède une allure spéciale montrant une série de ruptures, d'effondrements, de diaclases souterraines importantes et de surface qui la rendent difficile à suivre sur le terrain. Ces phénomènes lui donnent une diversité avec la rive gauche de l'Yonne.

Un contraste se fait sentir non moins sensible de la rive droite à la rive gauche de la Vanne. Au N, la topographie du bassin devient presque uniforme ; plus de ces longs vallons encaissés, de sources importantes ; à peine si les eaux ont la force de se tra-

1. AUGUSTA HURE. Nouvelles observations sur le gisement de phosphate de chaux de Saint-Martin-du-Tertre près de Sens (Yonne), et contribution à la tectonique des terrains supérieurs de craie. *B. S. G. F.*, 1918, p. 110, fig. 8.

cer un chemin. En peu de temps l'abaissement de la nappe souterraine s'effectue vers l'Yonne, l'Oreuse, l'Alain. Il suffit de regarder le nivellement de ces territoires pour comprendre qu'aucun effet orogénique important n'est venu contrarier ce résultat.

Avec l'ascension rapide SE de l'ensemble de la craie de l'Othe nous assistons à un relèvement général et prononcé de la région ayant soulevé un instant ses anticlinaux et synclinaux. Plus tard, nous verrons si cette surrection, qui semble correspondre comme on l'a dit, au mouvement qui a vidé le grand lac oligocène de Beauce, fut responsable de la topographie de la vallée de l'Yonne entre Joigny et Sens, de son encaissement, ensuite de sa dilatation, de sa dissymétrie impliquant des pentes irrégulières.

On saisit les effets d'une synthèse qui se résume en *deux cycles* principaux : 1° mouvement post-éocène ayant plissé NW-SE le Sud du Bassin de la Vanne à l'exemple du Bassin de Paris ; mouvement postoligocène ayant porté ses territoires à une grande altitude. 2° Mouvement post-miocène N-S après lequel la région othienne nous apparaît comme une vaste presqu'île, émergeant en escarpements adoucis au N, en falaise accentuée au S et dont les limites s'affirment au N par la vallée de la Vanne, à l'E par le sillon supérieur de la Seine, au S par les vallées de l'Armance et de l'Armançon, à l'W par la vallée de l'Yonne.

CATALOGUE RAISONNÉ DES CHARACÉES FOSSILES
DU BASSIN DE PARIS

PAR G.-F. Dollfus ET P.-H. Fritel¹.

Les Characées sont des plantes aquatiques submergées, monoïques ou dioïques, vivant dans les eaux douces dormantes ou dans les eaux saumâtres.

Leur tige est articulée, avec articles formés d'un tube cylindrique simple, et alors la tige est transparente comme dans le genre *Nitella*, ou entourée d'une rangée de tubes plus petits (polysiphons) formant une sorte d'écorce qui rend la tige opaque et comme striée longitudinalement à l'extérieur; disposition qui caractérise les tiges du genre *Chara*.

Les organes reproducteurs mâles, ou *anthéridies*, ne sont pas connus à l'état fossile. Les organes femelles ou *oogones* (appelés aussi sporanges) sont, au contraire, fréquents et généralement bien conservés. Ce sont de petits corps ovoïdes ou sphériques, couronnés au sommet par cinq dents plus ou moins saillantes (coronule), et dont l'enveloppe résulte de la soudure de cinq rameaux verticillés, contournés en spirale et libres au sommet.

Les Characées actuelles se groupent en deux genres : *Chara* et *Nitella*, qui se distinguent par les caractères suivants :

Chara LINNÉ. — Oogones oblongs ou ovoïdes-oblongs, à tours de spire nombreux (10-15), coronule à cinq dents saillantes, *persistantes*, formées chacune d'une seule cellule, s'étalant quelquefois en forme d'étoile.

Tiges striées ou sillonnées par la présence de petits tubes périphériques entourant le tube central.

Nitella AGARDH. — Oogones ovoïdes ou ovoïdes subglobuleux à tours de spire peu nombreux (4-6 rarement 7-9), coronule à dents *caduques*, obtuses, formées chacune de deux cellules superposées et ne s'étalant jamais en étoile.

Tige constituée par un tube simple, sans tubes de renforcement.

Les caractères fournis par la coronule ne peuvent pas être utilisés pour la détermination générique des Characées fossiles, car dans cet état, les oogones sont presque toujours dépourvus de cette

1. Note présentée à la séance du 15 février et manuscrit déposé le 15 décembre 1919.

partie ; mais leur forme générale et le nombre des tours de spire formés par l'enroulement des lanières constituant le cortex peuvent donner des indications, quant à la distinction entre les genres *Chara* et *Nitella*.

Les fragments de tiges sont également susceptibles, comme on vient de le voir, de fournir des caractères distinctifs entre ces deux genres, néanmoins cette distinction devient impossible quand on se trouve en présence des parties supérieures des ramuscules, ceux-ci étant dépourvus de cortication, même dans le genre *Chara*.

Les Characées fossiles du Bassin de Paris sont représentées soit par des oogones, soit par des fragments de tiges, mais jusqu'à présent, seuls, les premiers de ces organes ont attiré l'attention des géologues ; les tiges, bien que fréquemment signalées, n'ont fait l'objet d'aucune étude suivie.

Depuis longtemps déjà Constant Prévost avait attiré l'attention des observateurs sur le peu de fixité des caractères utilisés pour la distinction des espèces fossiles : forme de l'oogone, son volume, et le nombre de ses tours de spires.

L'un de nous ayant étudié une espèce vivante : *Chara hispida* LIN. à ses divers états de développement, a vu varier le relief des bandes spirales et de leurs sutures, ainsi que la forme générale des oogones suivant l'état de maturité de ces organes.

Les fructifications d'abord petites, très ovalaires, à suture spirale très oblique, deviennent ensuite arrondies, à suture presque droite ; au moment de la maturité la taille a presque doublé, la forme est régulièrement sphérique, les sutures horizontales. Le relief des bandes spirales varie également pendant l'évolution de l'organe ; d'abord convexes, avec suture creusée, elles deviennent ensuite planes, avec suture superficielle, puis plus ou moins concaves, la suture apparaît alors nettement en relief.

Ces observations viennent confirmer la remarque de Constant Prévost et expliquent, dans une certaine mesure, la présence simultanée, dans un même gisement, d'oogones sphériques et d'oogones ovoïdes, à tours convexes, plans ou concaves et à suture creusée ou plus ou moins saillante, différences morphologiques qui ont presque toujours donné lieu à la création d'espèces distinctes.

On ne saurait considérer comme caractère spécifique, la présence, constatée parfois sur les oogones, de tubercules plus ou moins nombreux. Quelquefois, en effet, les bandes ne sont que partiellement noduleuses, montrant ainsi la variabilité de ce caractère, qui semble résulter d'une simple particularité de fossi-

lisation, rien de semblable n'ayant été observé, jusqu'à présent, sur aucune des nombreuses espèces vivantes.

A la suite de ces constatations il y a lieu, semble-t-il, de reprendre l'examen des espèces rencontrées dans le Bassin de Paris. Nous présentons cette revision sous forme de catalogue raisonné, dans lequel les espèces sont groupées stratigraphiquement. Elles se répartissent ainsi :

I. — Étages. Thanétien et Sparnacien.

Les espèces signalées jusqu'ici dans ces deux étages sont les suivantes : *Chara minima* SAPORTA, *Ch. helicteres* AL. BRONGNIART, *Ch. sparnacensis* WATELET, *Ch. Brongniarti* HÉBERT (non BRAUN), *Ch. onerata* WATELET, *Ch. Dutemplei* WATELET.

CHARA MINIMA SAPORTA

1878. Fl. foss. trav. anc. de Sézanne. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, (2), VII, mém. n° 3.

Représenté par des fragments de tiges accompagnées de verticilles de ramules. Oogones inconnus.

Thanétien : Travertin de Sézanne (Marne).

Nous n'avons malheureusement rien à ajouter sur cette espèce.

Les cinq autres espèces sont représentées par des oogones, accompagnés, parfois, de fragments de tiges indéterminables, et qui ne peuvent leur être rapportées avec certitude.

Si l'on compare entre elles les diagnoses données par les auteurs on voit que ces espèces ne se distinguent les unes des autres que par des différences insignifiantes, soit dans la forme générale, soit dans le nombre des tours de spire ou le relief de ces tours, différences qui correspondent précisément aux variations que l'on peut observer sur les formes vivantes, aux différents stades de leur développement. Nous proposons donc de les réunir, à titre de simples formes, à l'espèce la plus anciennement signalée dans ces étages, c'est-à-dire au *Chara helicteres* d'Al. Brongniart.

CHARA HELICTERES AL. BRONGNIART

1811. *Bechera helicteres* STERNBERG. Versuch., I, 4, p. 31.

1816. — — AL. BRONGNIART. *Ann. mus.*, t. XV, p. 36, pl. XI, fig. 8.

1822. *Chara* — AL. BRONGNIART. *Mém. mus. hist. nat.*, t. VIII, p. 321, pl. XVII, fig. 3.

— — — in CUVIER et BRONGNIART, Desc. géol. env. de Paris (2^e édit.), pp. 61, 368, pl. XI, fig. 8, a b c d, env. Épernay.

1855. — *Brongniarti* HÉBERT (non BRAUN). *B. S. G. F.*, (2), t. XII, p. 764, fig. 4 en note infrapaginale.

1866. *Chara sparnacensis* WATELET. Descript. plantes foss. du Bass. de Paris; p. 54, n° 4, pl. xv, fig. 1.
 — — *onerata* WATELET. *Loc. cit.*, p. 56, n° 8, pl. xv, fig. 2.
 — — *Dulemplei* WATELET. *Loc. cit.*, p. 56, n° 9, pl. xv, fig. 6.
 1869. — *helicteres* SCHIMPER (non BRONGNIART). Paléont. végét., I. p. 222, pl. v, fig. 20-32.
 1859. — — HEER (non BRONG.). Flor. test. helv., pp. 149-200, pl. iv, fig. 44.
 1912. — *helicteres* AL. BRONG. DOLLFUS. Les marnes de Chenay. B. G. F., XII, p. 824.

Oogone ovoïde, subglobuleux ou sphérique, relativement gros: Long. 1 mm. 45 à 1 mm. 35; diam. 1 mm. 25 à 1 mm. 18. 8-9 tours de spire, convexes, plans ou concaves, lisses ou noduleux, à tubercules espacés ou contigus; suture des tours située dans un sillon plus ou moins profond, ou sur une saillie en forme de crête. Bandes spirales terminées, au sommet, par cinq verrues proéminentes, seuls vestiges de la coronule.

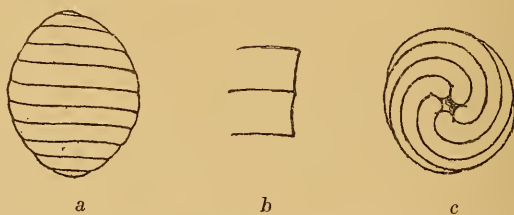


FIG. 1. — *Chara helicteres* BRONGN., forme typique. — $\times 15$.
 a, profil; b, suture; c, base. — Calcaire de Mortemer de Montgérain (Oise).

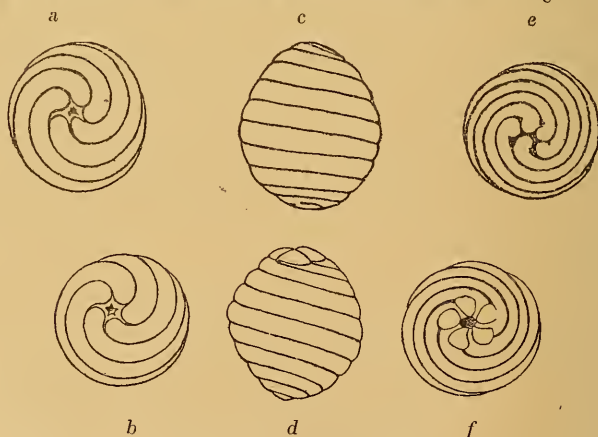


FIG. 2. — *Chara helicteres* BRONGN., forme typique. — $\times 15$.
 a, b, base; c, d, profil; e, sommet sans coronule; f, sommet avec restes de la coronule. — Lignites du mont Bernon (Marne).

Espèce très répandue dans le Thanétien et le Sparnacien, et sujette à d'assez nombreuses variations, dont nous résumerons les relations mutuelles dans le tableau suivant :

Bandes spirales	} lisses ; sutures	{ en sillon + profond ; oogone ovoïde. a) <i>Ch. helicteres</i> s. str.	{ en crête	{ oogone ovoïde..... b) <i>Ch. sparnacensis</i> WAT.
		{ à tubercules serrés ; oog. ovoïde..... e) <i>Ch. Dutemplei</i> WAT.		

1. FORMES A BANDES SPIRALES LISSES. — 1. SUTURE EN SILLON.

a. (*Ch. helicteres* s. str.). Oogone ovoïde relativement gros : long. 1 mm. 45 à 1 mm. 35 ; diam. : 1 mm. 25 à 1 mm. 18. 8 tours de spire, lisses, plans ou convexes, à suture en sillon plus ou moins profond, traces de la coronule représentées par 5 verrues proéminentes.

Thanétien : Marnes de Chenay (Marne) ; Calcaire de Mortemer et de Pronleroy (Oise).



FIG. 3. — *Chara helicteres* BRONGN., type à suture bordée. — $\times 10$. — Lignites de Grauves (Marne).



FIG. 4. — *Chara helicteres* BRONGN., type à tours concaves. — $\times 10$. — Lignites de Sarran (Marne).

Sparnacien : Marnes des lignites dites « Cordons blancs », à Antheuil, Canly, Cuvilly, Ognolles, Orvillers, Saint-Sauveur, mont Soufflard (Oise), mont Bernon, Grauves, Sarran (Marne).

Sur quelques oogones on remarque, de chaque côté de la suture, un très léger bourrelet qui lui donne alors l'apparence représentée par la figure 3.

La figure 4 représente une forme qui établit le passage entre les oogones typiques et ceux qui constituent la forme suivante :

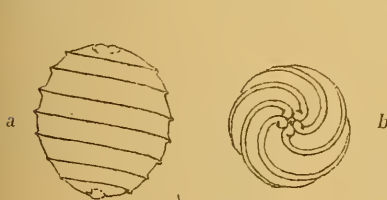


FIG. 5. — *Chara helicteres* BRONGN., type à suture saillante. — $\times 10$. — *Chara sparnacensis* WATELET : a, profil ; b, sommet. — Du mont Bernon.

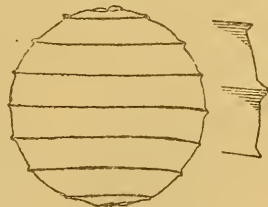


FIG. 6. — *Chara helicteres* BRONGN., type sphérique à suture saillante. — *Chara Brongniarti* HÉBERT. — $\times 10$. — Lignites de Champagne.

2. SUTURE EN CRÊTE.

b. (*Ch. sparnacensis* WATELET). Dans cette forme, que Watelet avait cru devoir distinguer sous le nom spécifique de *Ch. sparnacensis*, les tours, en même nombre que dans le type, sont légèrement concaves et bordés, de chaque côté, par une petite crête saillante sur laquelle est située la suture (fig. 5).

Thanétien : Marne de Chenay.

Sparnacien : Lignites du mont Bernon et de Sarran (Marne). Cette forme se rencontre toujours en compagnie de la précédente.

c) *Ch. Brongniarti* HÉBERT (*non BRAUN*). Mis par Watelet en synonymie de son *Ch. sparnacensis*, il n'en diffère que par la forme parfaitement sphérique de l'oogone qui présente 8 tours de spire légèrement convexes à suture située sur une petite crête (fig. 6).

Sparnacien : Abondant dans les lignites de la Champagne et du Soissonnais (Hébert).

II. FORMES A BANDES SPIRALES NODULEUSES

d) *Ch. onerata* WATELET. Oogone globuleux ou sphérique, diam. : 1 mm. 40. 7-8 tours de spire légèrement concaves et ornés d'une série de tubercules petits, assez espacés.

Sparnacien : Marnes des lignites de Pont-Sainte-Maxence (Oise). Ne diffère de la forme précédente que par la présence, sur les bandes spirales, de tubercules plus ou moins régulièrement espacés.

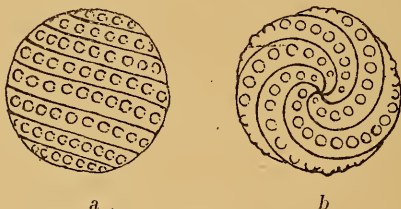


FIG. 7. — *Chara onerata* WATELET. — $\times 15$. — a, profil ; b, base. Marnes des lignites, Pont Sainte-Maxence (Oise). — (D'après Watelet).

e) *Ch. Dutemplei* WATELET. Forme extrêmement voisine de la précédente, dont elle ne paraît différer que par la légère convexité de ses bandes spirales et ses tubercules plus gros et plus serrés.

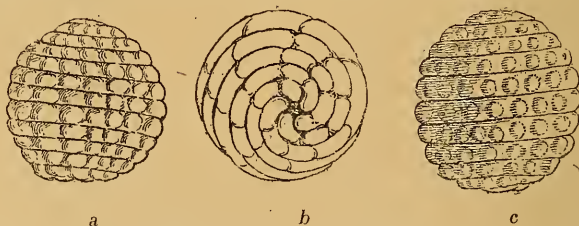


FIG. 8. — *Chara Dutemplei* WATELET. — $\times 15$. — a, c, profil ; b, base. Lignites du mont Bernon (Marne).

Le peu de constance de ces caractères ne permet pas d'admettre la distinction spécifique faite par Watelet.

Sparnacien : Lignites du mont Bernon et de Sarran (Marne).

Il y a lieu de faire remarquer les grandes analogies qui existent entre cette espèce et le *Ch. tuberculata* de Lyell, qui présente toujours

9 tours de spire convexes et ornés de tubercules non contigus; mais ce dernier se rencontre à un niveau stratigraphique beaucoup plus élevé, comme nous le verrons plus loin.

En compagnie du *C. helicteres* on rencontre dans les lignites les formes suivantes qui en diffèrent nettement, tant par la forme que par les dimensions et le nombre des tours de spire, nous les considérons donc comme espèces distinctes.

CHARA TORULOSA nob.

Oogones ovoïdes, généralement de plus petite taille que ceux de l'espèce précédente. Long. 1 mm. au plus, diam. 0 mm. 85. 6-7 tours de spire très fortement convexes séparés par une suture profonde et sur quelques individus (fig. 9 c) par une partie concave égale en largeur aux bourrelets qu'elle sépare.

La coronule est représentée sur quelques exemplaires par 5 tubercules mouses.

Sparnacien : Marnes et lignites. Cramant (Marne), Sarron (Oise).



FIG. 9. — *Chara torulosa* nob. — $\times 10$.

a, profil de la forme typique ; b, sommet sans coronule ; c, profil de la var. *disjuncta* nob. — Lignite de Cramant et de Sarron.

Remarques : Cette espèce se distingue à première vue, du *Ch. helicteres*, par le nombre de ses tours, 6-7 au lieu de 8-9, par le relief des bandes spirales qui forment de véritables bourrelets, quelquefois séparés les uns des autres par un espace concave aussi large qu'eux (var. *disjuncta* nob.), enfin par sa taille beaucoup plus exigüe.

CHARA SQUARROSA nob.

Oogones irrégulièrement ovoïdes, de taille encore plus réduite que ceux de l'espèce précédente : long. 0 mm. 85 ; diam. 0 mm. 71. 9 tours de spire, très convexes, séparés les uns des autres par une suture profonde. Les 4 ou 5 tours inférieurs sont ornés de tubercules irréguliers, occupant toute la largeur des tours et plus ou moins régulièrement espacés, les tours supérieurs sont absolument lisses.

Sur certains de ces organes, constituant la var. *crebrinoda nob.*, les tours sont ornés en totalité de tubercules contigus ou assez régulièrement espacés (fig. 11). Ces oogones ressemblent alors à

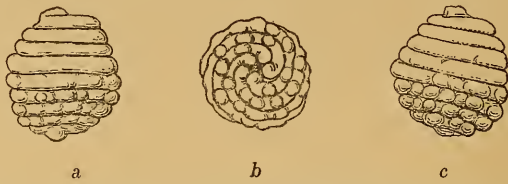


FIG. 10. — *Chara squarrosa nob.*
a etc, profil; b, base. — Lignites de Cramant et de Sarron.



FIG. 11. — *Chara squarrosa* var. *crebrinoda nob.* — $\times 10$. —
Lignites de Cramant (Marne) et de Sarron (Oise).

ceux du *Ch. Dutemplei* WATELET, tout en étant d'ailleurs d'une taille bien inférieure et moins réguliers dans leur forme.

Même gisement et mêmes localités que l'espèce précédente.

CHARA NIELFALENSIS nob.

Oogone de très petite taille : Lg. 0 mm. 85 à 0 mm. 80, dm. 0 mm. 75 à 0 mm. 70, ovoïdes, comptant 9-10 tours en bourrelet, séparés par une suture profonde, ornés de tubercules assez régulièrement espacés, disposés de façon à former sur la surface de l'oogone des séries obliques assez régulières.

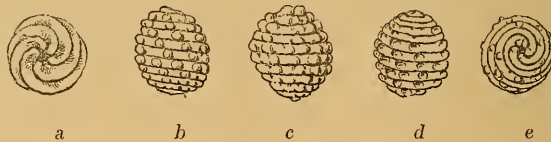


FIG. 12. — *Chara Nielfalensis nob.* — $\times 10$.
a, basè; b, c, d, profil; e, sommet sans coronule. — Argile plastique
de Neaufles-Saint-Martin (Eure).

Sur certains individus les tubercules tendent à disparaître sur les tours supérieurs.

Cette espèce, bien qu'assez voisine de la précédente, en diffère cependant par sa forme moins irrégulière, par ses tours plus

nombreux et surtout par la disposition plus régulière de ses tubercules en séries spirales.

Elle se rapproche sous ce dernier rapport de la forme décrite par Watelet sous le nom de *Ch. Dutemplei*, mais s'en éloigne par le nombre de ces tours et par ses dimensions beaucoup plus réduites.

Sparnacien : Argiles ligniteuses ; Neaufles-Saint-Martin (Eure).

II. — Étages Lutétien, Auversien, Marinésien et Sannoisien.

Nous réunissons dans une même série les espèces signalées dans les Étages Lutétien, Auversien, Marinésien et Sannoisien (Tongrien), la plupart d'entre elles se rencontrant, à la fois, dans plusieurs niveaux.

CHARA ARCHIACI WATELET

1843. *Chara non sp.* d'ARCHIAC. Descrip. géol. de l'Aisne, p. 219.
 1866. — *Archiaci* WATELET. Descript. plantes fossiles du Bassin de Paris, p. 53, n° 6, pl. 15, fig. 8, 8 a.
 1869. — — SCHIMPER. Traité Paléont. végét., I, p. 230, n° 30.
 1880. — *Archiaci* W. G. DOLLFUS. Age soulèvement du Bray. *B.S.G.F.*, IX, p. 444.
 1886. — *Archiaci* W. G. DOLLFUS. Notice carte géol. env. de Paris, p. 46.

La diagnose donnée par Watelet est incomplète et ne définit pas de façon précise les organes qu'il avait en vue.

Les oogones de cette espèce sont globuleux ou parfaitement sphériques ; ils présentent 8-9 tours de spire, légèrement convexes, plans ou même un peu concaves, séparés par une suture située dans un sillon peu profond ou sur une crête peu saillante suivant l'âge des organes. Le diamètre est d'environ 4 mm. 30.

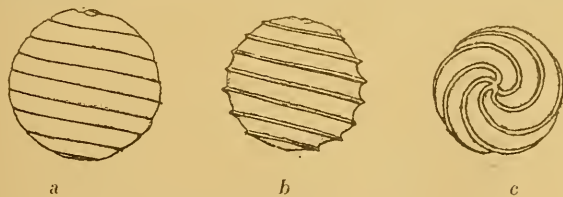


FIG. 13. — *Chara Archiaci* WATELET. — $\times 15$.

a, oogone avec trace de la coronule ; b, moule interne ; c, le même vu du dessus.

Lutétien : Calcaire grossier supérieur, Pargnan (Aisne) ; Marinésien : Calcaire de Saint-Ouen, Pisseloup (Seine-et-Marne), Château-Thierry, Chouy, Fère-en-Tardenois, Villers-Cotterets (Aisne), Le Perray-Vaucluse (Seine-et-Oise).

Cette espèce paraît voisine du *Ch. medicaginula* LMK. sp. chez lequel les tours de spire sont cependant moins nombreux et la taille plus faible. C'est à ce dernier, sans doute, que se rapportent les échantillons signalés par Watelet à Villers-Cotterets, où le calcaire de Saint-Ouen est mal développé, alors que les meulrières de Beauce, dans lesquelles *Ch. medicaginula* est très répandu, sont exploitées sur les hauteurs de la forêt.

Ch. Archiaci se rencontre au calvaire de Pargnan (Aisne) dans un calcaire, à faune de Longpont, du Lutétien supérieur. Watelet en signalant cette localité, l'attribue, à tort, au calcaire de Saint-Ouen; néanmoins cette espèce a été retrouvée, à ce niveau, d'une part à Chouy (Aisne), par Fritel, et d'autre part dans un forage au Perray-Vaucluse (Seine-et-Oise), par Dollfus.

Var. *UNDULATA* nob.

Oogone globuleux, subsphérique. Lg. 1 mm. 20; dm. 1 mm. 10. 9-10 tours de spire, plans ou légèrement concaves, la suture formant alors une crête à peine sensible, ondulée, comme crispée; vestiges de la coronule peu ou non apparents.

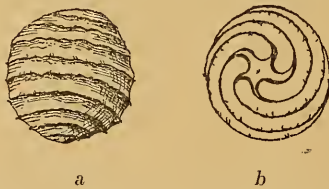


FIG. 14. — *Ch. Archiaci*, var. *undulata* G. DOLLFUS. — $\times 15$.
a, profil; b, base. — Calcaire grossier d'Oger (Marne).

Lutétien: Calcaire grossier supérieur, Oger (Marne).

Cette forme ne diffère du type que par le nombre de ses tours et par l'apparence crispée de la crête suturale.

Var. *TUBERCULATA* (LYELL) sp.

1826. *Chara tuberculata* LYELL. *Trans. Soc. Géol.*, (1^o), II, p. 73, pl. 13 et (2^o), V, p. 42.
1856. — — — SALTER. *Mem. geol. Survey* (île de Wight), p. 140, pl. VII, fig. 11, 12, 6, 13, 14.
1869. — — — SCHIMPER. *Trait. Paléont. végét.*, I, p. 222, n^o 6.
1899. — — — LYELL. DOLLFUS. *Limite sud du calcaire grossier dans le bassin de Paris. B. S. G. F.*, XXV, p. 605.

Oogones très analogues à ceux de *Ch. helicteres* forme *Dutemplei*. Lg. 1 mm. 40; dm. 1 mm. 20 à 1 mm. 30. 9 tours de spire,

convexes et ornés d'une série de tubercules peu épais et régulièrement espacés.

Marinésien : Marnes du Calcaire de Saint-Ouen : Perray-Vaucluse (Seine-et-Oise).

Ne diffère du *Ch. Archiaci*, avec lequel elle se rencontre, que par la présence de tubercules sur les bandes spirales, fait que nous avons déjà signalé sur des oogones accompagnant le *Ch. helicteres*.

Cette forme n'avait pas encore été signalée dans le Bassin de Paris. Elle a été rencontrée par l'un de nous (Dollfus) dans une marne blanche à *Bith. atomus* et *Cypris*, subordonnée au Calcaire de Saint-Ouen (forage du Perray-Vaucluse). Immédiatement au-dessus on rencontre *Ch. Archiaci* dans un calcaire très dur du même niveau (Dollfus).

En Angleterre cette espèce se rencontre dans des couches qui correspondent à nos marnes supragypseuses.

CHARA LEMANI ALEX. BRONGNIART

1821. *Bechera Lemani* STERNBERG, Versuch, 1, 4, p. 31.

1822. *Chara* — AL. BRONGNIART, Mém. Mus. Hist. Nat., VIII, p. 322, pl. 17, fig. 4.

1822. — — in CUVIER et BRONGNIART, Descript. géol. des env. de Paris, 2^e édit., p. 369, pl. XI, fig. 9.

1835. — — in CUVIER et BRONGNIART, Descript. géol. des env. de Paris, 3^e édit., p. 650, pl. 5, fig. 9, a, b.

1847. — — GRAVES, Topogr. géogn. de l'Oise, p. 708.

1866. — — WATELET, Desc. fossiles du Bassin de Paris, p. 53, n^o 3, pl. 15, fig. 7.

1869. — — SCHIMPER, Traité Paléont. végét., I, p. 223, n^o 7.

Oogone oblong cylindrique, obtus au sommet, tronqué à la base. Long. 1 mm. 20 ; diam. 1 mm. 05. 6 tours de spire, convexes et lisses, séparés par une suture peu profonde.

Lutétien supérieur : Ferme de l'Orme (Seine-et-Oise), Passy (Seine).

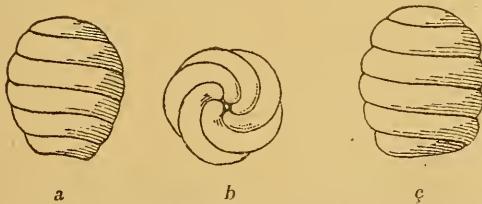


FIG. 15. — *Ch. Lemani* AL. BRONGNIART. — $\times 15$.
a, b, d'après Watelet ; c, d'après Brongniart.

Marinésien : Calcaire de Saint-Ouen, Acy en Multien (Oise), Saint-Ouen (Seine).

Rappelle, par sa forme, le *Ch. helicteres*, dont il diffère par la taille, le nombre des tours de spire et par la troncature de sa

base. La figure donnée par Watelet (fig. 15 a) diffère assez sensiblement de celle de Brongniart (fig. 15 c), elle est plus nettement ovoïde et plus rétrécie à la base.

Nous n'avons pas vu d'oogones vraiment typiques de cette espèce ; tous ceux que nous avons pu recueillir, ou qui nous ont été communiqués sous ce nom appartiennent à la forme suivante, que nous distinguons spécifiquement.

CHARA CRASSA nob.

Oogone subglobuleux, quelquefois un peu ovoïde par déformation. Long. 1 mm. 02 à 1 mm. 05 ; diam. 1 mm. 00. 7 tours convexes, épais, séparés par une suture bien accusée, généralement simple, plus rarement bordée.

Vestiges de la coronule représentés par cinq tubercules épais et mousses.

Auversien : Sables d'Auvers et calcaire de Luzancy.

Marinésien : Calcaire de Saint-Ouen : Château-Thierry (Aisne).

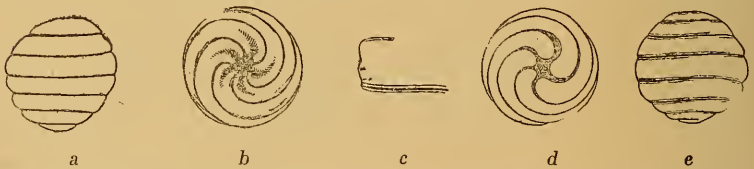


FIG. 16. — *Ch. crassa* nob. — $\times 15$. — a, profil ; b, sommet ; c, suture ; d, base ; e, var. à suture bordée. — Calcaire de Saint-Ouen (Château-Thierry (Aisne)).

Bien que voisine du *Ch. Lemani*, cette espèce en diffère par sa forme beaucoup plus globuleuse, presque sphérique, par le nombre de ses tours de spire qui dépasse toujours celui indiqué pour le *Ch. Lemani*, et par la convexité de ces tours qui est toujours beaucoup plus prononcée.

Quelques oogones présentent une faible dépression médiane sur les bandes spirales et la suture au lieu d'être simple est légèrement bordée.

On rencontre quelquefois en compagnie des oogones de cette espèce, des fragments de tiges se composant d'un tube central d'environ 0 mm. 030 de diamètre, entouré de 6-7 polysiphons contigus, le diamètre de l'ensemble étant d'environ 0,055, comme j'ai pu le constater sur un échantillon du calcaire de Saint-Ouen, provenant de la vallée de la Marne, sans indication précise de localité.

CHARA ELEGANS nob.

Oogone ovale, oblong : Long. 0 mm. 70 à 0 mm. 75 ; diam. 0 mm. 46 à 0 mm. 50. De 7 à 11 tours de spire, suivant les individus. Bandes spirales plus ou moins convexes à suture profonde, ou concaves, la suture étant alors située sur une arête peu saillante. Vestiges de la coronule peu apparents ou représentés par cinq petits tubercules.

Marinésien : Calcaire de Saint-Ouen : Montsout (Seine-et-Oise), Château-Thierry (Aisne).

Sannoisien : Calcaire de Brie : Thorigny (Seine-et-Marne).

Se distingue du *Ch. Lemani*, qui se rencontre dans les mêmes couches, par sa taille beaucoup plus petite et par le nombre plus élevé de ses tours de spire, qui de 7 peut aller jusqu'à 11 sur certains individus, alors que *Ch. Lemani* n'en présente, au plus, que six.

Les oogones provenant du calcaire de Brie de Thorigny sont, dans leur ensemble, de taille plus réduite que ceux du calcaire de Saint-Ouen, ils mesurent 0 mm. 60 de long. avec un diam. de 0 mm. 40, on y compte 9-10 tours de spire ; ils présentent assez fréquemment des restes de la coronule. Les individus carénés paraissent voisins du *Ch. Tournoueri* DOLLFUS, des marnes à *Limnea strigosa* de Romainville, dont il sera parlé plus loin.

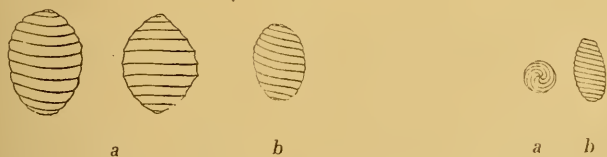


FIG. 17. — *Ch. elegans nob.* — $\times 20$.
Profil. — Calcaire de Saint-Ouen :
a, Montsout ; b, Château-Thierry.

FIG. 18. — *Ch. Morini nob.* — $\times 30$.
a, base ; b, profil. — Calcaire de Brie,
Thorigny (S.-et-M.).

Var. *MORINI nob.*

Oogone ovale allongé, subcylindrique, de très petite taille. Long. 0 mm. 60 ; diam. 0 mm. 30 environ. 12-13 tours de spire. Bandes spirales convexes, lisses, séparées par une suture assez profonde.

Sannoisien : calcaire de Brie : Thorigny (Seine-et-Marne).

Cette forme, que nous considérons comme une variété de la précédente, est encore plus allongée, presque cylindrique ; elle compte 12-13 tours de spire et se rapproche, en cela, beaucoup plus des *Chara* actuels qu'aucune autre des espèces fossiles connues dans le Bassin de

Paris. Ses oogones sont extrêmement voisins de ceux du *Chara aspersa* actuel.

Nous dédions cette variété à notre regretté confrère qui l'a découverte, à Thorigny, dans le calcaire de Brie.

Des tiges ont été recueillies, par Morin, dans les mêmes couches. Elles appartiennent bien au genre *Chara*, dont elles présentent le mode de cortication particulier. Ce *Chara* ne nous est connu que par le dessin exécuté, à la chambre claire, par Morin. C'est en vain que nous avons recherché l'échantillon type dans la collection de Morin, acquise, après sa mort, par le Service de géologie du Muséum.

CHARA TOURNOUERI G. DOLLFUS

1877. DOLLFUS. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (3), V, p. 314, fig. 1.

Oogone ovale oblong, un peu rétréci au sommet. Lg. 0 mm. 82 à 0 mm. 75; dm. 0 mm. 50 à 0 mm. 52. 8 à 9 tours fortement convexes, anguleux, séparés par une suture à peine visible. Coronule peu saillante, développée, représentée par cinq lobes arrondis.

Sannoisien : Marnes blanches supragypseuses à *Limnæa stri-gosa*. Montreuil, Romainville (Seine), Frépillon (Seine-et-Oise), etc.

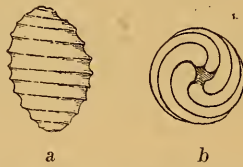


FIG. 18. — *Ch. Tournoveri* G. DOLLFUS. — $\times 15$. — a, profil ; b, base.
Sannoisien : Romainville (Seine).

Cette espèce présente les plus grands rapports avec les formes à suture carénée du *Ch. elegans* ; elle en diffère cependant par la forme constamment plus rétrécie de son pôle antérieur. Elle peut être considérée comme type intermédiaire entre cette espèce et le *Ch. Brongniarti* BRAUN qui apparaît plus tard dans les marnes d'Étampes. Jusqu'à présent elle n'a été rencontrée que dans le Sannoisien.

III. — Étage Firmitien (Oligocène supérieur).

Cet étage n'a fourni, jusqu'à présent, que deux espèces : *Ch. medicaginula* LAMARCK et *Ch. Brongniarti* AL. BRAUN. La première est celle qui a attiré le plus anciennement l'attention des observateurs et sa véritable interprétation a donné lieu à de longues discussions. Elle comporte plusieurs variétés. La seconde, qui se rencontre dans les mêmes gisements, était mal connue et n'avait pas encore été figurée.

CHARA BRONGNIARTI ALEX. BRAUN.

1850. *Chara Brongniarti* BRAUN in UNGER. Genera et species, p. 35.
 1866. — — WATELET. Desc. pl. foss. du Bassin de Paris, p. 54, n° 3.
 1878. — — A. B. G. DOLLFUS. Coupe géol. ch. de fer de Méry-sur-Oise. *B.S.G.F.*, VI, p. 268.

Oogone ovale, allongé ou cylindrique. 11-12 tours de spire (9-10 sur les individus d'Étampes), concaves, anguleux, séparés par une suture en forme d'arête forte.

Firmitien : Meulière de Beauce : Cormeilles-en-Parisis, Montmorency, Pontchartrain ; calcaire d'Étampes : Étampes, côte Saint-Martin (S.-et-O.).



FIG. 19. — *Chara Brongniarti* BRAUN. — Oögones vus de profil. — $\times 15$.
Marnes d'Étampes (côte Saint-Martin).

Cette espèce n'a, semble-t-il, jamais été figurée. Watelet, de son propre aveu, ne la connaissait que par la diagnose donnée dans le *Genera* d'Unger.

Dès 1825, Constant Prévost la signale, sans lui donner de nom, avec la remarque suivante : « Espèce voisine du *Ch. vulgaris* LYELL, forme ovoïde, allongée, grandeur 1/2 ou 2/3 du *Ch. medicaginula*, 9-10 tours de spire visibles. »

D'après les échantillons recueillis dans les marnes d'Étampes, la longueur des oogones ne dépasserait pas 0 mm. 56 pour les plus grands individus, dimension qui concorde avec celles données approximativement par C. Prévost ; le nombre des tours de spire est bien celui indiqué par ce dernier.

Les dimensions données pour les deux variétés : *oblonga* et *cylindrella*, distinguées par Braun in Unger ne correspondent nullement à celles des échantillons que nous avons eu sous les yeux.

CHARA MEDICAGINULA [LAMARCK]

1785. *Vortex*., DUFOURNY DE VILLERS. Mém. lu à l'Acad. des Sciences.
 1804. *Gyrogonites medicaginula* LAMARCK. *Ann. Mus. d'hist. nat.*, t. V, p. 355.
 1807. — — — — *Loc. cit.*, t. IX, p. 236, pl. 17, fig. 8, a, b, c.
 1810. — — — — DESMAREST. *Bull. Soc. philom.*, août 1810.
 1812. — — — — DESMAREST. *Journal des Mines*, n° 192.

1812.	<i>Gyrogonites medicaginula</i>	BRARD.	<i>Ann. Mus. d'hist. nat.</i> , XIV, p. 246, pl. 27, fig. 27-29.
—	—	—	LEMARCK. <i>Bull. des sciences, Soc. philom.</i> , t. II, pl. 2, fig. 5.
1813 ou 1816	<i>Chara</i>	—	AL. BRONGNIART. <i>Ann. Mus. d'hist. nat.</i> , t. XV, pl. 23, fig. 12.
1822	—	—	AL. BRONGNIART. <i>Mém. Mus. d'hist. nat.</i> , t. VIII, p. 320, pl. 17, fig. 5.
1826.	—	—	LYELL. <i>Trans. Géol. Soc.</i> , (2), t. II, p. 93, pl. XIII, fig. 4-5.
1828.	—	—	AD. BRONGNIART. <i>Prodrome</i> , p. 71, 216.
1835.	—	—	CUVIER et BRONGNIART. <i>Desc. géol. des env. de Paris</i> , (3 ^e édit.), pp.
1847.	—	—	GRAVES. <i>Topogr. géogn. de l'Oise</i> , p. 707.
1850.	—	—	UNGER. <i>Genera et species</i> , p. 32.
1866.	—	—	WATELET. <i>Desc. plant. foss. d. Bassin de Paris</i> , p. 52, n ^o 4, pl. 15, fig. 3.
1869.	—	—	SCHIMPER. <i>Trait. Paléont. végét.</i> , t. I.

Oogone sphérique présentant 5-7 tours de spire, convexes sur les échantillons bien conservés, séparés les uns des autres par une suture peu profonde, bordée de part et d'autre par un très léger bourrelet. Cette disposition disparaît sur les moules internes sur lesquels les bandes spirales sont concaves, à suture remplacée par une arête tranchante. C'est dans ce dernier état que se présentent presque toujours les échantillons recueillis, aux environs de Paris, dans les meulière et calcaires de Beauce.

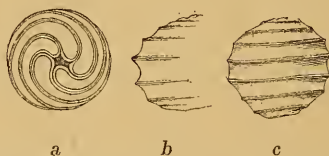


FIG. 20. — *Ch. medicaginula* [LAMARCK], moule interne. — $\times 15$.
a, base; b, c, profil. — Meulière de Montmorency.

La figure de cette espèce, donnée par Brongniart ¹, la représente, au contraire, dans le premier état, c'est-à-dire à tours convexes, au nombre de 6, avec suture bordée.

Firmilien : Très commune dans toutes les localités où l'on peut observer les calcaires de Beauce et le niveau inférieur des meulière dites « de Montmorency ».

Cette espèce présente plusieurs variétés :

a) Var. *MINOR nob.*

Ne diffère du type que par ses oogones constamment de plus faible dimension, un peu déprimés aux pôles. 6-7 tours visibles, suture en crête.

1. *Mém. Mus. hist. nat.*, t. VIII, pl. 17, fig. 5.

Calcaire de Beauce (marnes d'Étampes) : Étampes, côte Saint-Martin (Seine-et-Oise)



FIG. 21. — *Ch. medicaginula* var. *minor*. — $\times 15$.
a, base ; b, profil ; c, sommet sans coronule, moule interne.
Meulière de Montmorency.

b) Var. *POLYGYRATA* nob.

Oogone sphérique, légèrement aplati aux pôles, de même taille que la forme typique. 6-7 tours de spire ornés, dans leur partie médiane, d'une fine arête saillante qui donne aux bandes spirales l'apparence d'être dédoublées.

Calcaire de Beauce (marnes d'Étampes) : Étampes, côte Saint-Martin (Seine-et-Oise).

Meulière de Beauce : Montmorency (rare).

Cette variété est déjà figurée par Lyell ¹, qui ne la distingue pas du type.

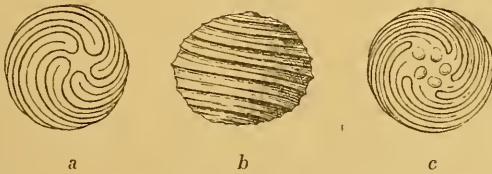


FIG. 22. — *Ch. medicaginula* var. *polygyrata*. — $\times 15$.
a, base ; b, profil ; c, sommet avec restes de coronule, moule interne.
Meulière de Montmorency.

c) Var. *DEPRESSA* WATELET

1866. *Chara depressa* WATELET. *Descript. pl. fossiles du Bassin de Paris*, p. 55, n° 7, pl. 15, fig. 4.

1869. — — SCHIMPER. *Trait. Paléont. végét.*, I, p. 230, n° 31.

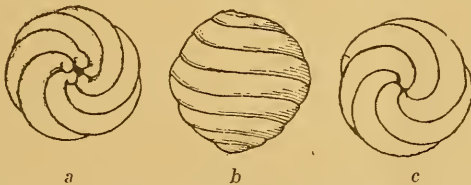


FIG. 23. — *Ch. medicaginula* var. *depressa*. — $\times 15$.
a, base, b, profil ; c, sommet. — Marnes d'Étampes (côte Saint-Martin).
(D'après Watelet).

1. *Trans. Geol. Soc.*, (2°), t. II, pl. XIII, fig. 2. 3.

Oogone subglobuleux, déprimé, obtus au sommet, aigu à la base. Lg. 1 mm. 20 ; dm. 1 mm. 15. 7 tours de spire un peu convexes ; corolle représentée par cinq verrues terminales.

Firmitien : Calcaire de Beauce : Étampes (côte Saint-Martin).

Le *Ch. depressa* n'est qu'une déformation du *Ch. medicaginula*, avec lequel il se rencontre constamment, il en a les dimensions et présente le même nombre de tours de spire. Cette même déformation se retrouve chez *Ch. helicteres* et *Ch. Archiaci*, et peut s'observer sur d'autres espèces encore.

Watelet avait d'abord attribué ce *Chara* au Calcaire de Saint-Ouen, mais à la fin de son mémoire (p. 251) il rectifie cette erreur. En effet l'indication très précise de la localité : Étampes (côte Saint-Martin) ne laisse aucun doute sur le gisement réel.

Lyell¹ donne de bonnes figures du *Ch. medicaginula* ; l'une d'elles (fig. 3) correspond à notre variété *polygyrata*, elle représente, en effet, un oogone à cinq tours carénés légèrement dans leur partie médiane. La figure 5 représente un oogone ovoïde, à 8 tours de spire, qui se rapproche, sauf par la taille, du *Ch. Brongniarti* d'ALEX. BRAUN.

On rencontre fréquemment, en compagnie des oogones du *Ch. medicaginula*, des fragments de tiges qui présentent tous les caractères de structure des véritables *Chara*.

Résumé.

Les Characées fossiles actuellement connues dans le Bassin de Paris sont représentées par une douzaine d'espèces. Certaines de ces dernières comportent quelques variétés ou formes élevées, à tort, au rang d'espèces ; nous avons donc dû en réduire le nombre. D'autre part nous faisons connaître cinq espèces et deux variétés nouvelles. La liste de ces fossiles devra donc s'établir ainsi.

1. LYELL. *Trans. Géol. Soc.*, (2^e), t. II, pl. XIII, fig. 2-5, 1826.

ESPÈCES ET VARIÉTÉS	ORGANES OBSERVÉS	DISTRIBUTION STRATIGRAPHIQUE						
		THANÉTÉEN	SPARNACIEN	LUTÉTIEN	AUYERSIEN	MARINÉSIEN	SAXONNOISIEN	FURMITIEN
<i>Chara minima.</i>	tiges	+						
— <i>helicteres.</i>	lig. oogon.	+	+					
— <i>torulosa.</i>	oogones		+					
— — var. <i>disjuncta.</i>	—		+					
— <i>squarrosa.</i>	—		+					
— — var. <i>crebrinoda.</i>	—		+					
— <i>nielfalensis.</i>	—		+					
— <i>Archiaci.</i>	—							
— — var. <i>undulata.</i>	—			+	+	+		
— — — <i>tuberculata.</i>	—					+		
— <i>Lemani.</i>	—			+	+	+		
— <i>crassa.</i>	lig. oogon.					+		
— <i>elegans.</i>	lig. oogon.					+		
— — var. <i>Morini.</i>	oog.						+	
— <i>Tournoueri.</i>	oogones						+	
— <i>Brongniarti.</i>	lig. oogon.							+
— <i>medicaginula.</i>	oog.							+
— — var. <i>minor.</i>	—							+
— — — <i>polygyrata.</i>	—							+
— — — <i>depressa.</i>	—							+

NOTES D'EXCURSIONS PALÉOBOTANIQUES
A CHALONNES ET MONTJEAN (MAINE-ET-LOIRE)

PAR A. Carpentier¹.

PLANCHES VII-VIII

Après avoir étudié les affleurements et gisements carbonifères entre Rochefort et Chalonnnes-sur-Loire², j'ai entrepris des recherches dans le *Culm* et le *Dévonien* à Chalonnnes même et à Montjean ; en voici l'exposé et les résultats³.

I. — SCHISTES DÉVONIENS A EMPREINTES VÉGÉTALES DE LA CARRIÈRE
SAINTE-ANNE.

Gisement. — La carrière en question est située à 360 mètres au Sud-Ouest du clocher de Notre-Dame de Chalonnnes. Les schistes fossilifères étudiés reposent immédiatement sur du calcaire dévonien⁴ ; un éboulement permet actuellement aux géo-

1. Note présentée à la séance du 16 juin 1919.

2. Voir *Compte rendu sommaire S. G. F.*, 4 novembre 1918.

3. Travaux consultés : C. BARROIS. Mémoire sur le calcaire dévonien de Chaulfond. *Ann. Soc. géol. d. Nord*, t. XIII, p. 203, 204, 1886.

L. BUREAU. Excursion géologique de Chalonnnes à Montjean. *Bull. Soc. Et. Sc. Angers*, N. S., 19^e année, 1889, p. 213-223.

L. DAVY. Contribution à l'étude des environs de Chalonnnes-sur-Loire. *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest de la France*, t. V, 1895, p. 199.

L. DAVY in COUFFON. Compte rendu, session extraordinaire, Soc. Et. Sc. d'Angers, à Chalonnnes. *Bull. Soc. Et. Sc. Angers*, 25^e année, 1905, p. 1-84.

E. et L. BUREAU, L. DAVY et A. DUMAS. Compte rendu, réunion extraordinaire, Société géologique de France à Nantes, Chalonnnes, Châteaubriant. *Bull. Soc. géol. d. Fr.*, t. VII, p. 624-641, 1908

Id. *Livret-guide*, même réunion, p. 32-37, 1908 (chez A. Dugas, Nantes).

O. COUFFON. A propos des couches à Psilophyton en Anjou. *Bull. Soc. Et. Sc. Angers*, N. S., 38^e année, 1908, p. 83-95.

O. COUFFON. Guide du géologue en Anjou, 39 p., 29 fig., 2 pl. ; Paris, 1909.

JOURDY. Sur les phénomènes de charriage en Anjou et en Bretagne. *C. R. A. S.*, t. CXLVIII, p. 249, 25 janvier 1909.

Id. Le sillon de Bretagne, étude tectonique. *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest de la France*, 2^e sér., t. IX, 1909, p. 36-39.

E. BUREAU. Bassin houiller de la Basse Loire. Fasc. I, p. 346-348 et 355-359, 2 cartes, 1910.

O. COUFFON. Excursion scientifique du 25 mai 1911 à Montjean. *Bull. Soc. Et. Sc. Angers*, 41^e année, p. 85-95, 7 fig. dans le texte, 1911.

E. BUREAU. Bassin de la Basse Loire. Fasc. II. Flores fossiles, 1913 et 1914, passim. *Etudes des gîtes minéraux de la France*.

4. Cf. L. BUREAU in *Livret-Guide* : Réunion extraordinaire Soc. géol. de France à Nantes et à Châteaubriant, 1908, p. 36, fig. 14 b, c.

logues d'y recueillir facilement des empreintes. La roche est un schiste tantôt à pâte très fine, tantôt grossier et bréchiforme, où les végétaux sont diversement conservés.

Étude paléobotanique. — Rhizomes ou axes, offrant des stries irrégulières, dans le sens de leur longueur (Pl. VII, fig. 4).

Axes dichotomes granuleux de diverses tailles, les plus forts mesurent 3 et 5 mm. de diamètre ; certains rameaux à leurs extrémités sont dépourvus de cicatrices (Pl. VII, fig. 2 à 7).

Axes ou rameaux légèrement courbés, granuleux, spiniformes : *Psilophyton spinosum* H. POTONIE et CH. BERNARD (Pl. VII, fig. 8).

Axes plusieurs fois ramifiés, sans traces de cicatrices ; la ramification paraît dichotomique, mais pourrait être *sympodique* (Pl. VII, fig. 10).

Excroissances, sommets de rameaux ou appendices, recourbés en crosse comme les jeunes frondes de *Cycadées* ou de *Filicinées* (Pl. VII, fig. 11 et 12).

Axe (?) courbé s'atténuant, en apparence du moins, à l'une de ses extrémités, portant d'autre part une excroissance ovoïde à surface lisse, longue de 2 mm. ; on pourrait comparer cette empreinte à celle que M. Nathorst a décrite, du Dévonien de l'Île des Ours, sous le terme vague de corps gemmiforme¹ et de même à une empreinte, du Dévonien d'Ancenis, qui serait une graine, d'après Édouard Bureau². Mais il est possible qu'il s'agisse d'un sporophylle recourbé, portant un sporange dans sa région basale, comme c'est la règle chez les Lycopodiniées ; dans ce cas la figure 9 (Pl. VII) serait à redresser.

II. — ÉTUDE DU CULM A CHALONNES (Fig. 1).

A Chalonnnes, sous l'église Saint-Maurille, un niveau schisteux fossilifère se montre riche en *Lepidodendron acuminatum* VAF-
FIER *sp.*³ et *Stigmaria ficoïdes* STERNB.

A 650 mètres à l'Est-Nord-Ouest du clocher de Notre-Dame de Chalonnnes, près de l'ancien four à chaux Saint-Vincent, on relève la coupe suivante du Nord au Sud (Fig. 2) :

1. NATHORST. Zur oberdevonischen Flora der Bären-Insel, p. 11, pl. 1, fig. 3. *Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar*, Bd. 36, n° 3, 1902. Comparer aussi notre empreinte (Pl. VII, fig. 9) et celles de *Cephalotheca mirabilis*, Bd. 36, n° 3, pl. 1, fig. 32, 33.

2. E. BUREAU. Bassin de la basse Loire. Fasc. II: Flores fossiles, p. 37 et 38 : pl. 1 bis, fig. 14, 1914. *Études des gîtes minéraux de la France*.

3. A. VAFFIER. Étude géologique et paléontologique du Carbonifère inférieur du Mâconnais. *Ann. Université de Lyon*, 1, fasc. 7, p. 133 ; pl. VII, fig. 2, 2a ; pl. IX, fig. 1 et 3.

1. Schistes rouges à *Pinnularia mollis* E. BUREAU et autres *Pinnularia* ; certains passages schisteux grisâtres sont très fissiles.

2. Schistes et grès, avec passages de poudingue. Les bancs gréseux adjacents aux poudingues montrent des débris végétaux charbonneux, informes ; les poudingues sont très durs et à éléments très hétérogènes (*p. o.*) : galets de grauwacke rougeâtre, galets aplatis de schiste fin compact, de gneiss, de micaschiste, de phanite. On a extrait de la carrière Saint-Vincent des blocs de bancs poudinguières mesurant 0 m. 40 et 0 m. 50 d'épaisseur.

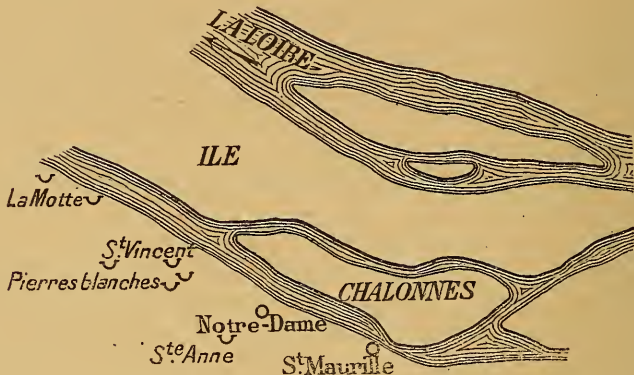


FIG. 1. — PRINCIPALES CARRIÈRES DE CHALONNES-SUR-LOIRE.

En N, bancs fossilifères : banc de grès dur à grain fin (0 m. 20) à *Archæopteris* et *Archæocalamites scrobiculatus* SCHLOTH. *sp.*; schistes à *Archæocalamites* et bancs gréseux à *Sphenopteris Hochstetteri* STUR et fructifications de *Ptéridospermées*.

3. Schistes et grès rougeâtres : *Sphenopteris Schimperiana* (?), *Archæocalamites*.

En face de la carrière Saint-Vincent, dans les schistes et grès qui affleurent le long de la route de Chalonnès-Montjean, dans deux carrières entaillées dans ces formations et sur la butte des Moulins, entre Saint-Vincent et Sainte-Anne, je n'ai guère recueilli que de nombreux *Pinnularia* et quelques rachis de *Cycadofilicinaées*. La limite entre les schistes dévoniens et carbonifères est bien difficile à établir ; il semble bien que cette limite doive être marquée par une faille, passant à une centaine de mètres au Sud-Ouest de la carrière Saint-Vincent. Sous cet accident les schistes fins grisâtres ressemblent au faciès schisteux à *Psilophyton* de la carrière Sainte-Anne.

Au Nord de la faille, les schistes et grès du Culm sont plissés, accidentés, faillés, redressés souvent jusqu'à la verticale ; les grès et schistes rougeâtres de ce niveau affleurent au flanc des coteaux

qui dominant au Sud la vallée de la Loire ; ils dessinent un pli aigu en V, contenant des bancs de poudingues ; certains de ces poudingues sont à pâte calcareuse, on y remarque des galets de calcaire compact ; les galets sont par places tronçonnés et des lames de calcite traversent la pâte et les fragments, indices de plissements complexes.

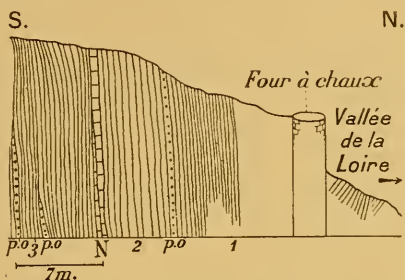


FIG. 2. — CARRIÈRE SAINT-VINCENT (CHALONNES).

1. Schistes rouges à *Pinnularia* ; 2. Schistes et grès : *Archæocalamites*, *Sphenopteris Hochstetteri* (N) ; 3. Schistes, grès rougeâtres *Pinnularia*, *Sph. Schimperiana* ? ; p.o, Passages de poudingues.

Dans la carrière la plus à l'Ouest, sur les bords de la Loire, on a observé sous un banc de grès dur (0 m. 60), deux bancs de poudingues (0 m. 30) et des schistes rougeâtres à *Sphenopteris Schimperiana* (?).

III. — CULM DE MONTJEAN.

La coupe ci-jointe a été relevée, dans la plus occidentale des carrières ouvertes depuis des années dans la pierre carrée de Montjean, au lieu dit la Garenne et du Sud au Nord (Fig. 3) :

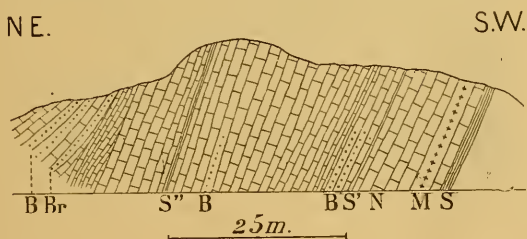


FIG. 3. — CARRIÈRE, DANS LA PIERRE CARRÉE, A MONTJEAN.

- Br, Brèche ; B, Passages bréchiformes ; S''. Schistes fins, noirs ; S', Schistes à *Pecopteris aspera* ; N, Niveau à tronc normal de *Lepidodendron* ; M, Passages à la microgranulite ; S, Couches schistoïdes à *Zeilleria* et *Bornia*.

17 novembre 1920.

Psammites à feuilles éparses de *Lycopodines*.

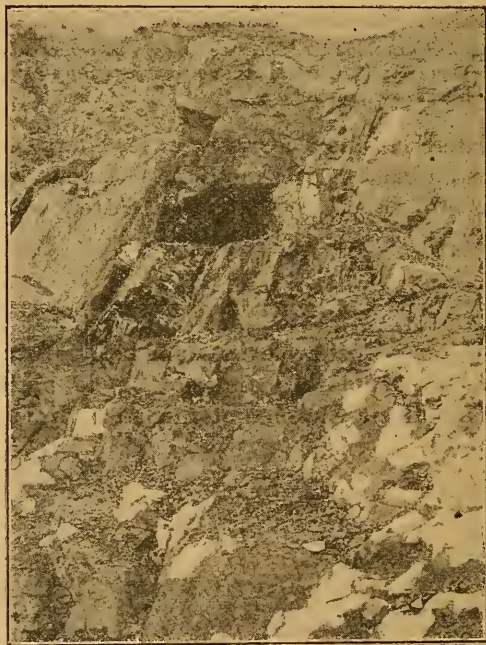
Schistes de pierre carrée (S) à zones de *Calamites* alignés dans le sens des courants dominant dans les lagunes houillères; *Archæocalamites scrobiculatus*; *Palæostachya*; *Lepidodendron selaginoides* STERNB.; *Sphenophyllum tenerrimum* ETT.; *Sphenopteris dissecta* BRONGT.; *Zeilleria moravica* STUR *sp.*

M. Pierre carrée à gros éléments cristallins, feldspath; passages à la microgranulite.

N. A ce niveau un tronc de *Lepidodendrée*, normal aux bancs, est conservé sur une longueur de 1 m. 80; son plus grand diamètre est de 0 m. 40; à sa base des schistes fins contiennent de délicates empreintes de *Zeillera moravica* et d'*Asterophyllites* (Fig. 4).

S'. Schistes à *Dactylothea aspera* et *Pecopteris plumosa*.

Entre S et S' bancs de pierre carrée, par places zones dures comme le silex ou phtanite (épaisseur de ces zones = 0 m. 05 à 0 m. 10) et passages à de la microgranulite.



Cl. P. Fauvel.

FIG. 4. — PIERRE CARRÉE, niveau N.
Tronc de *Lepidodendrée*, au-dessus de l'excavation.

S''. Schistes noirâtres, à pâte fine, à débris de *Lepidodendrées*, feuilles, strobiles, sporanges: *Lepidostrobus variabilis* BRONGT.; *Lepidostrobus sp.*; *Lepidophyllum lanceolatum* LIND. et HUTT.; *Ulodendron minus* L. et H.; quelques rachis du type de ceux du *Sphenopteris elegans*.

B et Br. Bancs bréchiformes, par places brèche de pierre carrée, à fragments verdâtres ou rougeâtres. Le dépôt de brèche apparaît, même dans la carrière, comme nettement lenticulaire.

En résumé la coupe précédente donne une idée des changements multiples de faciès dans le Culm de la Basse Loire, on reviendra sur ce fait dans les conclusions.

IV. — ÉTUDE SPÉCIALE DE QUELQUES EMPREINTES VÉGÉTALES DU CULM.

Genre *Pinnularia* LINDLEY et HUTTON

D'après les paléobotanistes Zeiller, M. Kidston, les *Pinnularia* sont des racines, donnant naissance à deux rangées latérales de radicules. Le regretté E. Bureau écrivait sur ce sujet, en 1914, « racines larges de quelques millimètres, émettant des racines latérales qui paraissent dans un même plan et comme pennées, ceci tenant à l'aplatissement qu'elles ont éprouvé après avoir été enlevées du lieu où elles flottaient et s'être déposées... »¹. C'est dans cette acception plus large, admise par E. Bureau, que le genre *Pinnularia* est pris dans cette note : cf. *Pinnularia mollis* E. BUREAU¹. Les racines latérales semblent bien avoir eu une consistance molle, elles sont enchevêtrées, emmêlées ; certains axes sont renflés à la naissance des racines latérales (Pl. VII, fig. 14).

Provenance : Les Moulins, Chalennes, schistes rouges (Pl. VII, fig. 13) ; carrière Saint-Vincent, Chalennes (Pl. VII, fig. 14).

Remarques. E. Bureau exprime l'opinion que ces racines se rapporteraient au *Bornia transitionis* (= *Archæocalamites scrobiculatus*). On trouve ces empreintes de *Pinnularia mollis* aussi bien dans les grauwackes d'Ancenis (d'âge famennien d'après E. Bureau) que dans les grauwackes du Culm inférieur de Chalennes. Il est à noter que le fossile connu sous le nom de *Bornia transitionis* est commun dans les deux gisements.

Pinnularia horizontalis LINDLEY et HUTTON (= *Pinnularia laxa* E. BUREAU)². — Radicelles droites, raides, moins nombreuses et plus écartées, d'un même côté, que dans le *Pinnularia columnaris* ARTIS *sp.*

Provenance : Schistes gréseux rouges, près Saint-Vincent, Chalennes.

1. E. BUREAU. *Op. cit.*, 1914, p. 21, pl. 1, fig. 3.

2. E. BUREAU. *Op. cit.*, 1914, p. 248.

Genre *Calymmatotheca* emend. DE STUR¹

Les *Calymmatotheca*, d'après la définition de Stur, étaient des capsules indusiales, des indusies sorifères, d'abord closes et s'ouvrant à maturité en valves plus ou moins profondes.

Il paraît aujourd'hui démontré que certains *Calymmatotheca* de Stur étaient bien des cupules, des indusies, mais séminifères et non pas sorifères (*C. Stangeri* STUR), appartenant à des *Ptéridospermées*². Mais d'autres *Calymmatotheca* étaient des sporanges et sans doute des microsporangés, comme M. Nathorst l'a prouvé en décelant la présence de spores ou microspores par l'emploi des réactifs oxydants (*C. Schaumburg-Lippeana*, *C. affinis*).

M. Nathorst pour certains de ces microsporangés maintient le genre *Telangium* MISS BENSON : *Telangium bifidum*, *T. affine* du Carbonifère d'Écosse, *T. Millerense*, *T. Ingeborgense* du Culm du Spitzberg. D'après lui, ce genre *Telangium* se distinguerait du genre voisin *Crossotheca* ZEILLER par la soudure des microsporangés dans leur région basilaire et par l'absence de disques portant les microsporangés³.

Récemment M. Seward, à la suite de Mrs Stopes, a proposé l'emploi du terme *Pterispermotrobus* pour désigner des fructifications de *Ptéridospermées* dont la plante-mère est inconnue et dont la vraie nature (graines, cupules séminifères ou microsporangés) échappe à l'analyse⁴. M. Seward fait cependant une réserve : quand on a affaire à des fructifications de cette sorte, il n'est pas toujours possible de les rapporter sûrement à des *Ptéridospermées*⁵. Dans ces conditions, pourquoi ne pas conserver pour ces cas douteux le terme de *Calymmatotheca*, s'appliquant, dans un sens plus large que celui de Stur, soit à des capsules séminifères, soit à des groupes de microsporangés et peut-être parfois de sporanges.

Calymmatotheca andegavense n. sp. (Pl. VIII, fig. 1, 2, 3). — Capsules constituées de groupes d'organes allongés, atténués à leur extrémité libre et paraissant soudés par deux dans leur région basale géniculée (longueur de chaque organe : 8 à 10 mm.); capsules prolongées en un pédicelle court. La portion d'inflores-

1. D. STUR, Zur Morphologie und Systematik der Culm und Carbonfarne. *Sitzb. der k. Akad. der Wissensch.*, Bd. LXXX, 1 Abth., p. 799, 1883.

2. R. ZEILLER. Une nouvelle classe de Gymnospermes : les *Ptéridospermées*. *Revue générale des Sciences*, 16^e année, n^o 16, p. 722, 30 août 1905.

3. A. G. NATHORST, Zur Fossilen Flora der Polarländer. Nachträge zur Paläozoischen Flora Spitzbergens. I Th., 4 Lief., p. 20, 21, 1914.

4. A. C. SEWARD, Fossil Plants, vol. III, 1917, p. 66, 67.

5. *Op. cit.*, p. 67.

cence la plus ample montre une branche se divisant latéralement ; chaque branche porte de nombreuses capsules.

Provenance : Carrière Saint-Vincent, Chalonnès.

Affinités. C'est des fructifications que M. Vaffier a signalées sous le nom d'*Alcicornopteris Zeilleri*, que les spécimens de Chalonnès se rapprochent le plus¹ ; toutefois, la forme des organes est ici plus effilée ; les inflorescences, autant qu'on en peut juger, ne sont pas si nettement dichotomes que dans *A. Zeilleri* (Fig. 5).

La forme allongée et atténuée au sommet, la continuité de leur base avec le pédicelle sont des caractères communs avec les fructifications du *Palmatopteris* (*Calymmatotheca*) *alata* BRONGT., telles que R. Zeiller les a décrites². Il s'agirait de sporanges ou de microsporangies.

Un fait important est la soudure des organes par deux à la base. Si l'observation se confirme, il faudrait voir dans ces fructifications des groupes de sporanges ou de microsporangies, plutôt que des involucrese séminifères.

Remarque. *C. andegavense* est trouvé dans des schistes où abonde le *Rhodea Hochstetteri*.

Genre *Telangium* BENSON³

Cf. *Telangium affine* LINDLEY et HUTTON *sp.* (Pl. VIII, fig. 7 a, 7 b). — Microsporangies de forme ovoïde, allongés, mesurant de 2 à 2,5 mm. ; en petits synangiums à l'extrémité d'ultimes filets des inflorescences dichotomes ; par places les synangiums sont rapprochés, agglomérés, comme en fascicules denses et les fructifications ressemblent alors aux *Cephalotheca* de M. Nathorst. Certains spécimens ((Pl. VIII, fig. 7 b) offrent des bosselures juxtaposées et ressemblent tout à fait au *Telangium affine* tel que M. Nathorst l'a figuré⁴. Ces bosselures correspondent aux bases des microsporangies, ici comme chez les *Crossotheca*.

Provenance : Schistes de la carrière Saint-Vincent, Chalonnès.

1. A. VAFFIER. Etude géologique et paléontologique du carbonifère inférieur du Mâconnais. *Ann. Université de Lyon*, n. s. I, fasc. 7, p. 124, 125, 126 ; pl. VII, surtout fig. 1a, 1d.

2. R. ZEILLER. Etude sur la flore fossile du Bassin houiller d'Héraclée (Asie-Mineure). *Mém. Soc. géol. de France*, n° 21, 1899, p. 28, 29 ; pl. III, fig. 1, 1A, 1A', 1B.

3. Entendu dans le sens de M. Nathorst.

4. A. G. NATHORST. *Op. cit.*, 1914, p. 21 ; pl. 15, fig. 30.



FIG. 5. — Schéma d'inflorescence : *Calymmatotheca andegavense* *sp. n.*

Cf. *Telangium bifidum* LINDLEY et HUTTON *sp.* (Pl. VIII, fig. 8). — Groupes denses de microspores aigus, mesurant 5 à 6 mm. de longueur ; paraissant nombreux, imbriqués, ce qui est dû sans doute à la réunion de plusieurs synangiums en fascicules.

Même provenance.

Remarque. Quelques empreintes de folioles du *Sphenopteris affinis* et du *Sph. bifida* LINDLEY et HUTTON *sp.* ont été recueillies à Chalonnnes, mais plus rarement que celles du *Sph. Hochstetteri*.

An Telangium ? (Pl. VIII, fig. 9). — Microspores ou spores, longs de 2 à 2 1/2 mm., pendant à l'extrémité de minces filets recourbés, circinés. Peut-être s'agit-il de jeunes inflorescences ou frondes fertiles. Même gisement.

Genre *Zeilleria* KIDSTON¹

Zeilleria moravica ETT. *sp.* (E. BUREAU *genus*) (Pl. VIII, fig. 10, 11, 12). — *Sphenopteris* à frondes quadripartites ; segments tertiaires ou quaternaires à lobes filiformes ; segments stériles, dans nos spécimens, flabelliformes, profondément découpés, laciniés, à lobes subaigus ; fructifications petites, cupuliformes, à quatre, peut-être aussi cinq valves (une empreinte de fructification à valves écartées montre un organe ovoïde, aplati, plus large en son milieu et long de 1 mm.) ; lobes fertiles ténus, filiformes, recourbés à leur extrémité. Les fructifications minuscules en question représentent-elles des cupules de graines ? D'après l'étude de ces échantillons et les remarques de M. Kidston sur les *Zeilleria*, on serait porté à admettre cette conclusion².

Provenance : Pierre carrée, carrière de Garennes, Montjean.

Remarques. Ce *Sphenopteris* est polymorphe, comme on peut s'en convaincre par l'examen des fragments de frondes figurés par Stur³. Les segments stériles conservés dans le tuf de Montjean, ne diffèrent que par la taille des segments tertiaires que Stur a représentés (pl. x, fig. 6). Même forme en éventail, même division profonde en laciniure, même mode d'insertion sur les rachis ; il s'agit là, d'après Stur, de segments de la région moyenne d'une fronde.

L'espèce de *Sphenopteris* décrite (*Sph. moravica* ETT. *sp. var. minor n. v.*) ressemble beaucoup par la forme et le mode d'in-

1. Pour la bibliographie cf. KIDSTON : les Végétaux houillers recueillis dans le Hainaut belge. *Mém. Musée Hist. nat. de Belgique*, t. IV, p. 45, 1909.

2. R. KIDSTON. *Op. cit.*, 1909, p. 45 et *Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, vol. L, pt I, n° 5, p. 92-94 ; pl. VII, fig. 5 et 6, 1914.

3. D. STUR. Die Culm Flora des Mährisch-Schlesischen Dachschiefers. *Abh. d. k. k. geologischen Reichsanstalt*. Bd. VIII, Hft. II, p. 38-40, pl. x, fig. 3-7 ; pl. xi, fig. 1, 1875.

sersion de certains segments tertiaires des frondes au *Sphenopteris bermudensisformis* f. *Geinitzii* SCHILOTHEIM (= *Sph. distans* auct.)¹, mais les empreintes de la basse Loire présentent des lobes plus profondément découpés, sont même laciniés ; de plus on n'a pas observé de traces de cicatrices ou de réseau cortical sur les rachis du *Sph. moravica* v. *minor* et ce sont des caractères, entre autres, du *Sph. bermudensisformis*².

Les fructifications déjà signalées du *Zeilleria moravica* sont un peu plus grandes que celles-ci³ ; les quatre capsules qui les constituent sont par places étalées en étoile autour de leur pédicelle.

V. — CONCLUSIONS.

1. L'étude des schistes dévoniens de Sainte-Anne démontre l'existence, à Chalonnnes comme à Matringhen (Pas-de-Calais), et sous un espace restreint, des diverses formes rapportées au *Psilophyton princeps* DAWSON⁴.

2. Deux niveaux sont nettement distingués dans le *Culm inférieur* de Chalonnnes : l'un supérieur à *Lepidodendron acuminatum* VAFFIER sp., l'autre à nombreux débris de *Rhodea*.

Plusieurs fructifications, non encore signalées dans le *Culm* de la Basse Loire, sont rapportées aux genres *Calymmatotheca* et *Telangium*. Ces empreintes sont comparables, et certaines sont même identiques, à d'autres déjà reconnues, soit dans le *Culm inférieur* du Mâconnais, soit dans les grès calcifères d'Écosse (*Alcicornopteris Zeilleri*, *Telangium affine*, *T. bifidum*).

3. Dans le *Culm inférieur* les faciès (grès et schistes rougeâtres, poudingues) sont peu variés ; dans le *Culm supérieur* les changements de faciès sont fréquents ; la coupe de la carrière de Montjean en fournit des exemples. Les folioles et inflorescences délicates des *Zeilleria* paraissent avoir été trempées et figées sur place dans la boue qui est devenue le schiste de pierre carrée ; les débris alités de *Lépidodendrées* recueillis dans les schistes noirs bitumineux témoignent de courants dans les lagunes houillères.

1. R. ZEILLER. Etude sur la flore fossile du Bassin houiller d'Héraclée. *Mém. Soc. géol. de France*, mém. 21, p. 6-10 ; pl. 1, fig. 6, 7, 1899.

F. BEHREND in Potonié. *Abbild. v. Beschr. foss. Pflanzen*. Lief. V., 1907-82.

2. R. ZEILLER. *Op. cit.*, 1899, p. 8 et 9 ; fig. 1 et 2 dans le texte.

3. E. BUREAU. *Op. cit.*, 1914, p. 276 ; pl. xviii, fig. 1.

A. CARPENTIER. Notes paléophytologiques sur le Carbonifère du Bassin de la Basse Loire. *Rev. gén. de Botanique*, t. XXXI, p. 90 ; pl. III, fig. 10, 1919.

4. Sur les *Psilophyton* de Matringhen cf. P. BERTRAND. *Ann. Soc. géol. du Nord*. t. LXII, p. 158-163, 1913.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE VII.

Les empreintes figurées proviennent du Dévonien de Sainte-Anne, sauf celles des spécimens (13 à 17) recueillis dans le Culm inférieur, à Chalonnnes.

- FIG. 1. — **Psilophyton**. Fragment d'axe, strié en long ; grossissement : 5/3.
 2. — **Ps. princeps** DAWSON. Axe dichotome à cicatrices nettes ; gr. : 5/4.
 3. — *Id.* (?). Axe dichotome, sans traces de bourrelets cicatriciels ; grandeur naturelle.
 4. — *Id.* Fragment d'axe irrégulièrement granuleux ; grandeur naturelle.
 5 et 6. — *Id.* Rameaux dichotomes ; gr. : 3/2.
 7. — *Id.* Schiste à nombreuses empreintes de rameaux grêles, granuleux ; gr. : 9/8.
 8. — **Ps. spinosum** POTONIÉ et BERNARD. Rameaux granuleux ; gr. : 4/3.
 9. — *Id.*? Apparence de bourgeon à l'extrémité d'un axe courbe ; gr. : 3/2.
 10. — **Psilophyton**. Axe plusieurs fois ramifié ; dernière ramification dichotome ; gr. : 2/3.
 11. — **Psilophyton**. Extrémité de rameau circiné ; gr. : 11/5.
 12. — *Id.* Excroissance circinée ; gr. : 9/4.
 13, 14. — *Cf. Pinnularia mollis* E. BUREAU *sp.* ; gr. : 3/5 et 5/6.
 15. — **Pinnularia horizontalis** LINDLEY et HUTTON ; gr. 1/2.
 16. — **Sphenopteris Schimperiana** GOEPPERT *sp.*? gr. : 11/9.
 17. — **Pteridorachis** ; gr. : 3/2.

Clichés A. GUÉRY,

PLANCHE VIII.

- FIG. 1. — **Calymmatotheca andegavense** *n. sp.* ; grossissement 4/3 ; provenance : carrière Saint-Vincent, Chalonnnes.
 2. — **C. andegavense**. Quelques capsules ; gr. : 5/4 ; même provenance.
 3. — **C. andegavense**. Groupes de capsules ; gr. : 3/2 ; même provenance.
 4. — **Sphenopteris (Calymmatotheca) Hochstetteri** STUR ; fronde stérile ; gr. : presque 3/2 ; même provenance.
 5. — **Artisia**. Gr. : 5/3 ; même gisement.
 6. — **Sphenopteris bifida** L. et H. *sp.* Pinnules stériles ; gr. : 3/4 ; même localité.
 7 a. — *Cf. Telangium affine* L. et H. *sp.* Fragment d'inflorescence dichotome ; gr. : 3/2 ; même provenance.
 7 b. — **Telangium affine**. Microsporanges ; gr. à peu près 2/1 ; même provenance, *id.*
 8. — *Cf. Telangium bifidum* L. et H. *sp.* Gr. : 2/1 ; même provenance, *id.*
 9 a. — **Telangium**? Filets fertiles recourbés ; gr. : 2/1 ; même provenance, *id.*
 9 b. — *Id.* Gr. : 2/1 ; même gisement.
 10. — **Sphenopteris (Zeilleria) moravica** ETT. *sp.* Folioles prises non étalées, dans le tuf ; gr. : 3/2 ; Pierre carrée, Montjean.
 11. — *Id.* Gr. : 5/2.
 12. — **Zeilleria moravica**. Lobes fertiles ; gr. un peu plus de 2/1. Même localité.
 13. — **Archæopteris pachyrachis** GOEPPERT. Gr. ; 3/2 ; carrière Saint-Vincent, Chalonnnes.

Clichés A. GUÉRY et G. DEPAPE.

SUR LA STRUCTURE DE L'ÎLE DE JERSEY

PAR **P. Teilhard de Chardin**¹.

La géologie de Jersey est bien connue, et depuis longtemps. Le Père Noury, dans sa description de 1886, et A. de Lapparent, dans une étude pétrographique très soignée (*Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, 1892, t. XVI, 2^e partie) ont définitivement éclairci la distribution générale, et la nature minéralogique des principales roches de l'île. Un travail cependant reste à faire : trouver les relations stratigraphiques des éléments reconnus, expliquer la structure de l'île.

Je me propose ici de donner un aperçu sommaire de cette structure, telle que je l'ai comprise au cours d'un séjour à Jersey qui a duré plusieurs années.

Considérons la falaise qui entoure le Havre-Giffard, petite baie située au Nord de l'île. Nous y relevons, de l'Ouest à l'Est, la coupe suivante, depuis le fortin de la Crête jusqu'aux environs du rocher dit le Long-Echet (fig. 1) :

1. Schistes précambriens durcis.
2. Porphyrite presque vitreuse, à grands cristaux verdâtres d'orthose.
3. Rhyolite brune, fluidale, vitreuse, souvent bréchiforme, empâtant des fragments de porphyrite vacuolaire (spilite).
4. Rhyolite semblable, mais contenant de nombreuses formations sphéroïdales alignées, semblables à des ébauches de pyromérides.
5. Tuf verdâtre, empâtant des blocs de porphyrite à grands cristaux, et de spilite.
6. Rhyolite rouge, tantôt très fluidale, tantôt bréchiforme, se terminant par des bancs à pyromérides.
7. Conglomérat durci.

Ce banc de conglomérat, non encore remarqué par les géologues, appartient, sans doute possible, à la même formation que le conglomérat dit de Rozel, qui forme toute la pointe nord-est de Jersey. Au Havre-Giffard, il est suivi de chloritoschistes dont je reparlerai plus loin.

Toutes ces roches, des schistes au conglomérat, forment des strates inclinés vers le NE.

Transportons-nous maintenant au Sud de l'île, un peu au Nord du château de Montorgueil. Par suite d'une sorte de pincement, les schistes et les porphyrites (visibles dans la falaise au-dessus

1. Note présentée à la séance du 17 novembre 1919.

de Montorgueil) n'affleurent pas sur la grève. Mais nous retrouvons dans les récifs (à Jeffrey's Leap) une rhyolite brune, fluidale, vitreuse, bréchiforme par endroits (avec morceaux de spilite empâtés) identique à celle du Havre-Giffard. Puis viennent, en suivant la côte vers le Nord, les rhyolites rouges fluidales, avec brèches intercalées, puis les bancs à pyromérides (Archirondel), puis, à Sainte-Catherine, le conglomérat de Rozel, toutes ces roches plongeant vers le NE.

La coupe Montorgueil-Sainte-Catherine est identique à celle Crête-Long-Échet.

Montorgueil et la Crête de Giffard sont les deux extrémités d'une ligne courbe YY' (Fig. 2) passant par Saint-Hélier, ligne au NE de laquelle les roches porphyriques forment, à travers Jersey, une série de bandes à peu près concentriques, comprises entre les schistes précambriens et le conglomérat de Rozel.

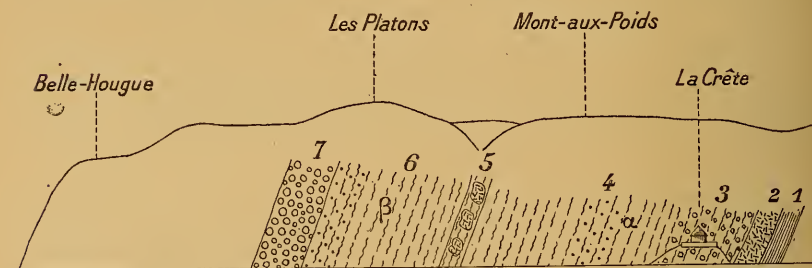


FIG. 1. — Coupe est-ouest de la FALAISE DU HAVRE-GIFFARD (vue prise en regardant au Sud) (voir légendes de la carte et dans le texte).
Échelle : 1/20 000 environ.

En allant de l'Ouest à l'Est de l'île, suivant une ligne idéale XX' (fig. 2) rejoignant le milieu de la baie de Saint-Ouen à Sainte-Catherine, on rencontre ainsi successivement, plus ou moins régulièrement inclinés vers le NE : des schistes, des porphyrites ou spilites, des rhyolites vitreuses, des rhyolites rouges, des pyromérides, le conglomérat. La bande de pyromérides et de conglomérat est particulièrement facile à suivre.

Dans l'ensemble, les porphyrites sont plus anciennes que les rhyolites, car on les rencontre toujours en contact avec les schistes, et traversées par les rhyolites. On peut observer aussi que tant elles que les rhyolites sont plus largement cristallisées dans la région de Saint-Hélier, là où la ligne YY' forme une poche. Cette poche représenterait peut-être le centre d'épanchement principal des unes et des autres.

J'ajoute que la ligne de surface des schistes, YY', remonte peut-

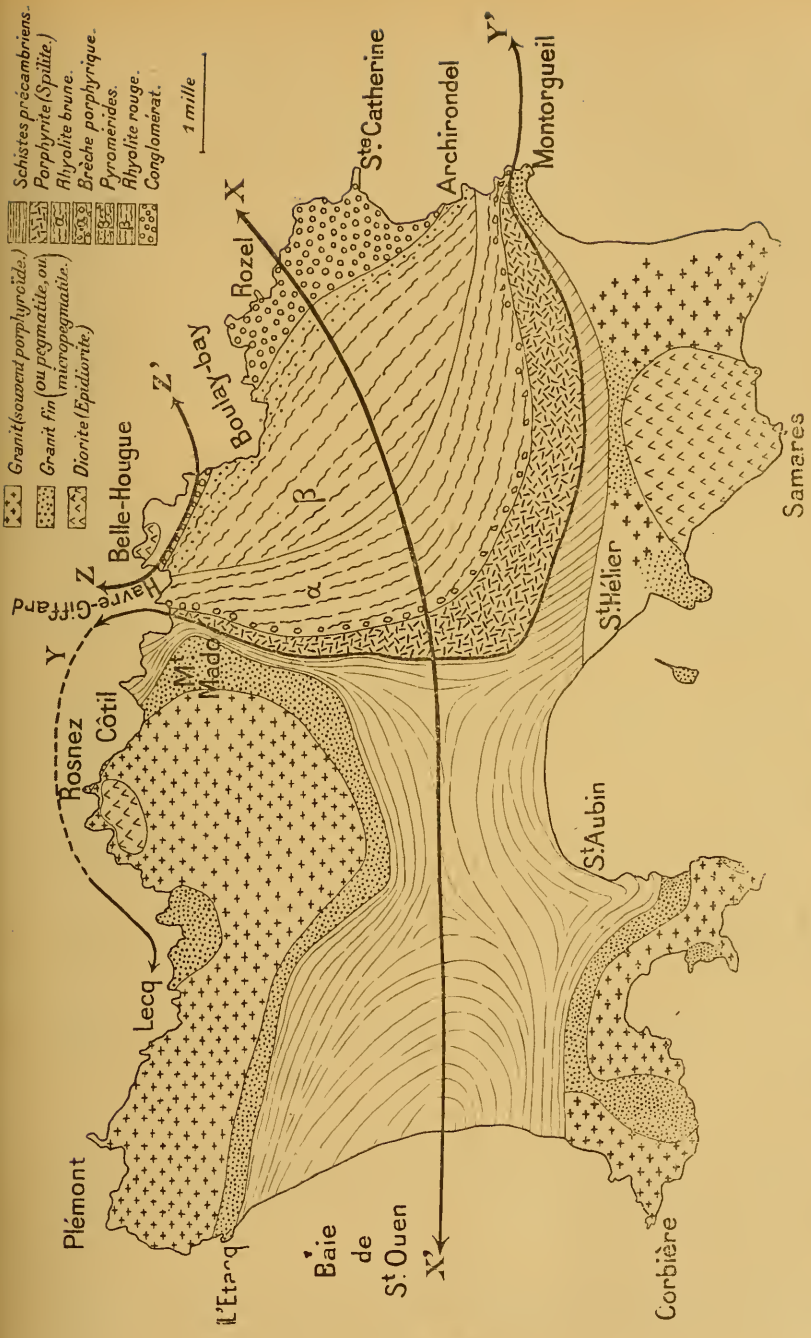


FIG. 2. — Structure générale de l'île de Jersey (en partie schématique) (voir légendes dans le texte). — Échelle : 1/120 000 environ.

être le long de l'île jusqu'à la hauteur du Lecq (Fig. 2). Le granite du Lassé, près du Lecq, empâte en effet d'énormes blocs sombres d'une roche presque complètement granitisée.

Laissons maintenant la moitié de l'île située à l'Est de l'axe YY', et étudions l'autre moitié, située à l'Ouest de ce même axe. La structure générale des terrains dans cette région est la suivante : au centre, une épaisse formation de schistes précambriens ; au Nord et au Sud, non plus des porphyres, comme tout à l'heure, mais des roches granitoïdes.

Or, chose remarquable, que les cartes géologiques ne font pas ressortir suffisamment, de part et d'autre des schistes, au Nord et au Sud de l'île, les roches granitoïdes se répondent presque rigoureusement. Jersey, dans sa moitié ouest, *est encore symétrique par rapport à la ligne XX'*.

En quoi consiste exactement cette correspondance des roches granitoïdes du Nord et du Sud de l'île ?

1° Dans l'ensemble, d'abord, l'analogie minéralogique entre elles est grande. Je n'ai pas pu faire l'analyse chimique comparée des roches du Nord et du Sud. Mais j'ai du moins trouvé, dans les roches granitoïdes, de part et d'autre de l'axe des schistes, des minéraux spéciaux qui trahissent une origine commune : allanite, zircons en cristaux macroscopiques, molybdénite ;

2° Plus en détail, on peut distinguer, de part et d'autre de XX', les roches suivantes, semblablement placées, les unes par rapport aux autres :

Diorite (ou épidiomite) : Rosnez, Belle-Hougue, Samarès.

Granite souvent porphyroïde : Saint-Jean, Rosnez, Corbière, Saint-Héliér.

Granite fin saccharoïde, ou pegmatite fine, ou microgranite et micropegmatite : Lecq, Mont Mado, Sainte-Brelade, Saint-Héliér, Montorgueil.

La succession d'apparition de ces divers éléments paraît donnée par la coupe de la falaise de Rosnez, où on voit très distinctement, du haut en bas des grandes carrières ouvertes à cet endroit :

En haut, de la diorite, très polymorphe et quartzifère.

Plus bas, du granite porphyroïde, pénétrant largement la diorite.

Plus bas encore, du granite fin (pegmatite du Mont Mado) pénétrant à son tour le granite.

Visiblement, les granites et diorites du Nord et du Sud de Jersey *se tiennent* de part et d'autre des schistes. Ceux-ci, généralement inclinés vers le NE, comme la plupart des roches de

l'île, se redressent presque complètement, et s'alignent Ouest-Est, entre le Mont Mado et Saint-Aubin (vallée de Saint-Laurent), ce qui indiquerait peut-être un pincement de leurs masses entre les granites du Nord et du Sud.

Je n'ai rien su déduire de clair de cette disposition en bandes longitudinales des granites et des schistes.

Je me contenterai donc d'énoncer le fait suivant qui résume tout ce que j'ai dit jusqu'ici :

Du point de vue tectonique, Jersey est *divisé en quatre compartiments principaux par deux axes XX' et YY', à peu près orthogonaux. L'axe XX' est une sorte d'axe de symétrie générale, à gauche et à droite duquel les roches sont semblablement disposées. L'axe YY' sépare une région d'épanchement superficiel d'une région de mise en place interne*¹.

Est-il possible maintenant d'aller plus loin, et de trouver une relation entre les roches granitoïdes et les roches porphyriques à travers YY' ?

À défaut d'analyses chimiques, qui elles-mêmes ne pourraient donner une réponse sûre à cause de la silicification secondaire intense subie par les rhyolites, je ferai les remarques suivantes :

1° Au Havre-Giffard, les rhyolites brunes sont traversées par de nombreux filonnets très minces de pegmatite, issus du Mont Mado ; on en voit d'identiques sur toute la côte, depuis le Havre-Giffard jusqu'au Côtîl, c'est-à-dire à travers tout le manteau de schistes et de porphyres qui recouvre le Mont Mado. Les rhyolites, dans cette région, pourraient donc être la forme extérieure du magma qui, au-dessous de la surface des schistes, a donné la pegmatite du Mont Mado.

2° A Montorgueil, au contraire, c'est le granite fin à zircons (équivalent, semble-t-il, de la roche du Mont Mado) qui est traversé par de nombreux filons de microgranite vitreux, liés vraisemblablement aux épanchements de rhyolite. Il en est de même à Saint-Hélier (Château Elisabeth, Fort-Régent) où on peut compter plusieurs intrusions successives de roches porphyriques, de plus en plus vitreuses et acides, dans les roches granitiques ou dioritiques premières venues.

1. Une asymétrie importante par rapport à l'axe XX' est la suivante :

Tandis que, au Sud de l'île (Saint-Aubin, Montorgueil...), l'altération des schistes par les granites se réduit à un simple durcissement, on observe, au Nord, de vrais phénomènes de métamorphisme. A l'Étaeq, par exemple, les schistes sont souvent mouchetés, ou micacés dans les fissures. Mais c'est au Côtîl que le métamorphisme est de beaucoup le plus intense. A cet endroit, une première zone autour de la pegmatite du Mont Mado est formée de schistes complètement granitisés, contenant de l'andalousite, et des traînées de mica noir (qui les font passer au gneiss). Une deuxième auréole est faite de schistes noirs, criblés de cristaux d'orthose, sans mica. Je me demande si le gneiss du Côtîl ne se rattache pas au gneiss granulitique qui forme les récifs des Ecréhous, à mi-chemin entre Jersey et Carterets.

Au Nord de Jersey, la sortie des rhyolites est donc antérieure, ou simultanée, à la consolidation des granites. Au Sud il semble que ce soit l'inverse.

J'incline à croire que ces différences tiennent à des accidents locaux qui ont fait réagir l'une sur l'autre, dans des conditions relativement diverses, les portions superficielle et profonde d'un même complexe éruptif. J'ai toujours eu l'impression qu'à Jersey les granites et porphyres étaient les termes différents d'une même grande formation éruptive.

Il faut noter qu'à Jersey la diorite ne paraît pas très autonome. Constamment elle est mélangée de roches granitiques, auxquelles elle forme une sorte de *plafond*, situé entre elles et des schistes. On est souvent tenté de la considérer comme produit de métamorphisme de ces derniers.

Le promontoire de la Belle Hougue, qui ferme à l'Est le Havre-Giffard, mérite une mention spéciale. Formé de schistes, porphyrites et roches granitoïdes (granite fin et diorite très semblables d'aspect aux roches si curieusement brassées du château Elisabeth ou de Samarès), ce massif n'est pas en place. Il a certainement été charrié sur le conglomérat du Havre-Giffard, dont le sépare une couche épaisse de brèches et de chloritoschistes.

La ligne ZZ' de ce contact anormal (Fig. 2) est le seul accident tectonique de grande envergure que j'aie observé à Jersey. Il se prolonge vraisemblablement au Nord de Frémont. La mer empêche d'apprécier sa vraie signification.

SUR LA DÉCOUVERTE AU ROC DE CHÈRE (LAC D'ANNECY) DES COUCHES LACUSTRES DE L'ÉOCÈNE

PAR **Léon Moret**¹.

Le Roc de Chère, ce petit chaînon isolé au bord du lac d'Annecy entre la Montagne de Veyrier au Nord et celle d'Entrevernes au Sud a posé de nombreux problèmes aux naturalistes, comme si la nature s'était efforcée d'accumuler les points d'interrogation sur un massif dont la superficie n'atteint pas 200 hectares, et où l'altitude moyenne est de 590 mètres !

Les botanistes y ont eu à résoudre la question de l'origine des éléments floristiques méridionaux, subalpins et montagnards (Rhododendron). Les géologues ont aussi beaucoup discuté sur sa tectonique sans toutefois s'attarder sur la stratigraphie qui paraissait peu complexe et suffisamment connue².

L'étude attentive des terrains qui le constituent vient cependant de nous révéler un fait important et inconnu jusqu'ici dans cette zone des Alpes, à savoir la présence des couches lacustres de l'Éocène.

Quelques mots sur la topographie et la tectonique du Roc de Chère sont ici nécessaires pour situer ce nouveau terrain.

Le Roc forme un promontoire arrondi sur la rive orientale du lac, il est affecté de deux failles, la faille orientale à peu près NS (pli-faille de Maillard), et la faille occidentale d'abord WE, puis SE-NW qui vient croiser la première à angle aigu³.

Ces deux accidents divisent le massif en quatre régions : le plateau septentrional qui domine Menthon, la région centrale, le versant du lac et le chaînon oriental.

Les couches lacustres affleurent le long d'un petit sentier abandonné de la région centrale, celle que M. Ph. Guinier a appelée dans son excellente monographie la dépression des Sablons, et à 200 m. environ au Sud de la partie moyenne du

1. Note présentée à la séance du 17 novembre 1919.

2. Sur la géologie du Roc de Chère, voy. A. FAVRE. Recherches géologiques sur les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du Mont Blanc, 1867, t. II, p. 192 et Atlas, pl. XI, fig. 7. — G. MAILLARD. Note sur la géologie des environs d'Annecy, la Roche, etc., 1889. — LUGEON. Les dislocations des Bauges, 1899-1900. — PH. GUINIER. Le Roc de Chère, Étude phytogéographique, chapitre sur la géologie, en collaboration avec M. LE ROUX, *Rev. Sav.*, 1906. — BOUSSAC, dans ses « Études stratigraphiques sur le Nummulitique alpin », lui consacre quelques lignes, et constate que la stratigraphie en est insuffisamment connue.

3. PH. GUINIER. *Loc. cit.*

chemin des Sablons, près du champ Bergeret à la lisière de la forêt.

Si l'on part d'un point situé sur la route de Menthon à Écharvines à égale distance des deux villages et que l'on se dirige vers le Sud, c'est-à-dire vers le petit lac en traversant le Roc dans toute sa longueur, on passe par le gisement et l'on rencontre successivement, de haut en bas :

1° Grès nummulitique à ciment calcaire, blanc et dur avec intercalations de (Fig. 1 : *Gnc*):

Conglomérats (*a*).

Poudingues à cailloux blancs crétacés et ciment quartzeux (*p*).

Calcaires bleus et ocreux à petites Nummulites et diverses espèces de *Pecten*.

Ces couches forment le plateau septentrional.



FIG. 1. — COUPE SENSIBLEMENT NS DU ROC DE CHÈRE.

Sén, Sénonien ; *Us*, Urgonien supérieur ; *Rh*, Rhodanien ; *Ui*, Urgonien inférieur ; *Gnc*, Grès calcarifère nummulitique avec intercalation de poudingue *p*, et calcaires ; *Gncq*, Grès nummulitique quartzeux ; *El*, Éocène lacustre marneux, à grains de quartz roulés avec conglomérat *a*, Marnes sans fossiles *b*, niveau à *Bulimus subcylindricus* *c*, niveau noduleux *d*.

2° Couches lacustres de la dépression des Sablons (*El*) comprenant de haut en bas :

Conglomérat à ciment marneux blanchâtre contenant des grains de quartz roulé et des cailloux calcaires du Crétacé (*a*), (doit probablement être rattaché au n° 1 pour former la base de la série).

Couches marneuses blanchâtres, peu noduleuses à nombreux grains de quartz roulés, sans fossiles (*b*).

Couches identiques à nombreux moules internes d'un grand *Bulime* sénestre, et traces ferrugineuses (*c*).

Couches identiques, sans fossiles, contenant en abondance des petits nodules calcaires de teinte claire, rosée, empâtant les mêmes petits grains de quartz roulé et des cubes microscopiques de pyrite. Ces nodules ne dépassent pas 4 à 5 cm. de diamètre et ont dû se former sur place. Quelques nodules ferrugineux (*d*).

3° Calcaire compact, grisâtre, à Globigérines et Rosalines (*Sén.*), en petits bancs bien lités (= Sénonien), fragments d'Inocérames. La partie inférieure est en plus gros bancs, sillonnés de veines de calcite.

Faille occidentale qui fait buter le Sénonien contre :

4° Grès quartzeux verdâtre, plus ou moins piqué de grains de glau-

conie, avec intercalation d'un poudingue à cailloux blancs. Ce grès est par place fortement attaqué par l'érosion et donne un sable siliceux qui s'accumule dans les dépressions (*Gnq*).

5° Calcaire blanc, dur, de l'Urgonien supérieur (= Aptien) (*Us*).

6° Calcaire jaune fossilifère du Rhodanien de Renévier (Niveau à Orbitolines = Barrémien) (*Rh.*).

7° Calcaire blanc compact, en gros bancs, de l'Urgonien inférieur (= Barrémien formant la falaise méridionale qui domine le lac) (*Ui*).

Les n^{os} 4, 5, 6 et 7 constituent le versant du lac.

Le grès calcarifère n^o 1 forme à lui seul le plateau septentrional du Roc de Chère. Sa surface est crevassée en véritables *lapiaz* analogues aux *lapiaz* urgoniens. On y trouve de fréquentes intercalations de conglomérats, de poudingue à cailloux blancs crétaqués et surtout de bancs calcaires bleus et bruns où Maillard a signalé de petites Nummulites. M. Ph. Guinier y a trouvé quelques *Pecten* indéterminables. Nous avons nous-même retrouvé tous ces fossiles. Plus haut, vers le château de Menthon, ce même grès nummulitique est recouvert par les marnes schisteuses à écailles de Poissons du Flysch. A l'Est de la faille occidentale, près du chemin d'Écharvines, il est recouvert par le grès quartzeux. Le grès nummulitique est *transgressif* sur l'Urgonien dans cette région, et notamment près des bains sulfureux de Menthon.



FIG. 2. — *Bulinus cf. subcylindricus* MATH. du Roc de Chère (Lac d'Annecy). Dessiné à la chambre claire.

Le niveau fossilifère du n^o 2 est localisé vers le milieu de la formation dont l'épaisseur atteint à peu près 7 à 8 m. On peut y récolter en abondance le moule interne d'un grand *Bulime sénestre*, toujours incomplet, de 4 cm. de long en moyenne et de 2 cm. au plus de large au niveau de l'ouverture, mais sans renflement de l'avant-dernier tour de spire. Il a 1 cm. 5 à la base

du 4^e tour, c'est donc une espèce qui à l'état complet doit être relativement effilée (Fig. 2)

Les parties supérieures des coquilles que l'on peut aussi trouver dans ce même gisement mais en moins grande abondance sont cependant moins pointues qu'on aurait pu le supposer, elles sont plus coniques que les parties inférieures lesquelles se rapprochent de la forme cylindrique.

En composant les divers fragments que nous avons pu récolter, on arrive à une coquille dont la longueur totale est de 7 à 8 cm. environ avec un nombre de spires que l'on peut approximativement évaluer à 8 ou 10.

La coquille, à en juger par les fragments de test conservés sur quelques échantillons, est lisse ou finement striée longitudinalement.

En somme, tous ces caractères rendent très probable l'assimilation de notre Bulime à *Bulimus subcylindricus* de Matheron¹.

Tel est l'avis de MM. Depéret et Roman auxquels nous avons communiqué nos pièces, et qui ont eu l'obligeance de les déterminer.

Nous n'avons pu, malheureusement, et malgré une fouille pratiquée avec M. Le Roux, trouver dans ces couches d'autres fossiles que ce très abondant Bulime. Il nous faut cependant signaler un seul débris constitué par un fragment de Limnée (dernier tour de spire, dextre, de 2 cm. de long). Ces couches deviennent très noduleuses à la base, elles reposent sur le calcaire gris en petits bancs du Sénonien (M. Guinier y a trouvé des fragments d'*Inocérames*) qui jalonne la faille occidentale du Roc pour buter contre le grès quartzeux nummulitique².

Interprétation de cette coupe. — Au point de vue tectonique, laissant de côté l'hypothèse peu vraisemblable de Maillard qui rattache le Roc de Chère au Parmelan, nous acceptons provisoirement la théorie de MM. Lugeon et Douxami qui voient dans le Roc la continuation des plis de Bauges.

En gros, ce massif est donc un pli synclinal très disloqué,

1. Il se rapproche par son enroulement de *Bulimus laevolongus* du Sannoisien du Mas Saintes-Puelles (Aude) et de *B. (Amphidromas) Serresi* MATH. du gisement de Choisy près Aramon (Gard). Comme *B. decollatus*, il abandonnait probablement, en vieillissant, ses derniers tours de spires.

2. D'ailleurs, ce point est une très intéressante illustration en miniature de l'action des eaux de ruissellement travaillant des terrains d'inégale résistance. Tout près du gisement se trouve une petite butte-témoin, isolée, formée d'un socle de conglomérat à ciment marneux rouge, tendre, surmonté d'une dalle plus résistante de grès nummulitique. Les dépressions parallèles de cette partie septentrionale du Roc affectent ici une direction à peu près EW, c'est-à-dire se calquant sur la direction générale des strates de solidité variable.

travaillé par l'érosion, qui se raccorde d'une part avec le synclinal d'Entrevernes au Sud, d'autre part avec le synclinal du col des Contrebandiers au Nord ¹.

Les plis s'abaissent au passage du lac étranglé en cet endroit par le Roc qui est sur le point bas du synclinal.

Or, au point de vue stratigraphique, le synclinal d'Entrevernes contient, à la base, les couches à grandes Nummulites (Auversien) et au sommet un Priabonien marneux et schisteux (interprétation J. Boussac, *loc. cit.*).

Au Roc de Chère, pas de couches à grandes Nummulites, mais des grès, conglomérats, poudingue et calcaires à petites Nummulites et *Pecten*, recouverts eux-mêmes près du château de Menthon par les schistes à écailles de Poissons du Flysch. Nous en faisons l'équivalent du Priabonien (Mésonummulitique = Éocène supérieur) jusques et y compris le conglomérat de base (Fig. 1, a) qui repose, par l'intermédiaire des couches lacustres, sur le Sénonien ².

Le synclinal des Contrebandiers présente de bas en haut et sur la Craie un poudingue de base, un grès siliceux épais à petites Nummulites, une couche gréseuse de passage à *Echinospatangus subsimilis* (= Oligocène de Biarritz, dét. J. Boussac), enfin des bancs marno-calcaires à *Amussium Rumphius* surmontés de schistes marneux à écailles de Poissons. Les couches de base, poudingue et grès à petites Nummulites doivent donc être attribuées au Priabonien qui se poursuit normalement dans le même synclinal Entrevernes-Chère-Contrebandiers.

Toutefois, les formations gréseuses et les formations littorales (poudingues, conglomérats) semblent augmenter d'importance en se rapprochant du Nord, et aux Barattes (flanc occidental de la partie nord de la montagne du Veyrier) nous avons pu trouver un Priabonien qui a nettement un faciès littoral à la base de la coupe (grès schistoïde roux à traces charbonneuses *Cerithium Vivarii aff.*, *Natica vapincana* D'ORB., *Cyrena Rouyana* D'ORB., déterm. Boussac) analogue à celui des Diablerets.

Il résulte de tout ce que nous venons de dire que la tectonique et la stratigraphie sont d'accord pour faire du Roc de Chère la continuation directe du grand synclinal d'Entrevernes, prolongé lui-même par celui des Contrebandiers.

1. A ce propos, il y a lieu de rectifier la confusion créée par Douxami qui fait intervenir le col du Rampon, alors que c'est celui des Contrebandiers. Le col du Rampon est plus au Nord. Nous nous proposons dans une étude ultérieure sur le lac d'Annecy de montrer d'une façon détaillée les rapports de ces plis.

2. Il faudrait pouvoir appuyer cette assimilation par des documents paléontologiques, malheureusement très rares au Roc de Chère.

D'autre part, les couches à grandes Bulimes et dont le faciès est nettement lacustre, sont subordonnées au Priabonien, c'est-à-dire à l'Éocène supérieur, en outre, elles reposent sur le Sénonien, mais nous n'avons pu nous rendre compte à cause de la végétation si elles y sont en concordance ou en discordance.

Faut-il voir dans ces couches l'équivalent lacustre de l'Éocène moyen ? Il est difficile de répondre à cette question, et d'autant plus que, d'après M. Roman, *Bulimus subcylindricus* a toujours été signalé à tort comme existant dans cet étage¹.

Nous sommes donc tenté d'admettre en ce point une lacune de l'Éocène moyen.

Il est infiniment plus probable que, dès les premiers temps de l'Éocène, existait dans la région une petite dépression occupée par un lac tranquille et qu'une rivière y a lentement charrié cette colonie de Mollusques terrestres, tandis que, tout près de là se manifestait déjà le phénomène sidérolithique sur ces terres nouvellement émergées.

1. F. ROMAN. Monographie de la faune lacustre de l'Éocène moyen. *Annales de l'Université de Lyon*, 1899, p. 30.

SUR LA FAUNE DE LAMELLIBRANCHES
DES GISEMENTS NÉOCOMIENS PYRITEUX

PAR M^{lle} S. Gillet¹.

Les Ammonites des gisements pyriteux néocomiens du Sud-Est de la France et des régions voisines ont fait l'objet de nombreuses descriptions. A côté de celles-ci, on trouve dans un certain nombre de localités des moules de petits bivalves, en pyrite ou en limonite, le plus souvent ; les individus sont nombreux, mais les espèces rares, surtout au centre du géosynclinal alpin. Ces moules ont souvent passé inaperçus, à cause de l'exigüité de leur taille, ou parce qu'ils étaient considérés comme négligeables ; de là leur nombre restreint dans les collections.

J'ai pu déterminer un certain nombre d'exemplaires, grâce à l'obligeance de M. Sayn qui a bien voulu me confier ses matériaux du Sud-Est de la France, ainsi que M. Lambert, de Veynes. La collection du laboratoire de géologie de Grenoble et celle de la Sorbonne m'ont aussi fourni de nombreux échantillons.

GARGASIEN. — C'est dans ce sous-étage que nous trouvons la faune la plus abondante. Le type « occidental » et le type « oriental » distingués par M. Kilian à la Montagne de Lure fournissent, de même que pour les Ammonites, le premier, une faune mixte, le second, une faune nettement bathyale, abondante en *Leda*, *Astarte*, *Lucina*, *Aucellina*.

Le type de la première faune est très bien représenté à Gargas (Vaucluse), en dehors du géosynclinal alpin. On y trouve : *Exogyra aquila*, var. naine, et *Plicatula placunea* avec sa mutation *P. radiola*, espèces littorales, cosmopolites. Puis, des espèces du bassin anglo-parisien et du Jura :

Nucula simplex DESH., *Nucula planata* DESH. et var. *Cornueliana* D'ORB., *Grammatodon securis* LEYM., *Arca Sanctæ-Crucis* P. et CAMP., *Barbatia Marullensis* D'ORB., *Cucullæa Rauliniana* LEYM., *Corbula aptiensis* D'ORB.

On trouve à Serre Chaëtieu, près de Lesche (Hautes-Alpes) *Exogyra aquila*, var. naine, quoique cette localité soit située dans la fosse vocontienne.

Au même type de gisement appartiennent : celui de l'île Maire

1. Note présentée à la séance du 15 décembre 1920.

où M. Repelin a signalé : *Astarte aff. laticosta*, *Venus Roissii*, *Tellina sp.* ; ceux de la Montagne de Lure où M. Kilian a trouvé la même faune qu'à Gargas ; celui des Ida ou Tanan découvert par M. Gentil et où abondent : *Plicatula placunea* et *radiola* et *Astarte aff. formosa* Woods.

On doit rapprocher de ces gisements subnéritiques les gisements pyriteux de Sougères, Gurgy (Yonne), ceux de Saint-Dizier (Haute-Marne) qui correspondaient aux parties les plus profondes du bassin parisien et où l'on rencontre à côté des espèces banales néritiques quelques espèces des gisements bathyaux : *Cucullæa nana* LEYM., *Nucula pectinata* Sow. et de nombreuses *Leda*.

Les gisements de type « oriental » sont les suivants : La Beaume, près Castellane, Hyèges, Vergons (Basses-Alpes). J'ai pu déterminer les espèces suivantes, communes avec celles des localités de type mixte : *Leda subrecurva* PHIL., *Leda Seeleyi* GARDN., et mutation *Vibrayeana* D'ORB., *Leda speetonense* Woods, *Leda scapha* D'ORB., *Nucula ovata* MANT., *Nucula pectinata*¹ Sow., *Nucula biringata*¹ Sow., *Cucullæa nana* LEYM., *Astarte Astieriana*² D'ORB., *Astarte claxbiensis*¹ Woods, *Cardita tenuicosta* FITT., *Lucina Vibrayeana* D'ORB., *Lucina Rouyana* D'ORB., *Lucina sculpta* PHIL., *Aucellina gryphoides* Sow., *Aucellina aptiensis* D'ORB., *Pholodomya Rouyana* D'ORB., *Lucina aff. Hauchecornei* WOLL., *Eopecten Euthymi* PICT., forme naine, ne se rencontre que dans une localité de type oriental, à Vergons.

Le BARRÉMIEN pyriteux du djebel Djaffa a fourni à M. Blayac : *Lucina sculpta* PHIL., *Nucula Mauritanica* Coq. (type bathyal).

L'HAUTERIVIEN moyen pyriteux contient à la Beaume Cornillane d'après M. Sayn : *Plicatula aff. Macphersoni* NICK. = *Plicatula placunea* LK. (type occidental).

Dans le VALANGINIEN pyriteux bathyal, j'ai déterminé les espèces suivantes :

VALANGINIEN SUPÉRIEUR : *Lucina Vibrayeana* D'ORB. (Saint-Julien, Serre de Lesche, Hautes-Alpes), *Leda subrecurva* PHIL. (Montmaur, Hautes-Alpes).

VALANGINIEN MOYEN : *Cuspidaria Sabaudiana* P. et CAMP. = *Pholadomya Rouyana* D'ORB. (Clelles, Isère) Saint-Julien en Beauchène (coll. d'Orbigny).

VALANGINIEN INFÉRIEUR : *Leda scapha* D'ORB. (Cresse, La Batne, Chichiliane, Isère), *Leda subrecurva* PHIL. (La Batne, Isère), *Arca Sanctæ-Crucis* P. et CAMP. (Chichiliane), *Barbatia marullensis* D'ORB. (Saint-Julien en Beauchène, Isère), *Astarte Astieriana*

1. Ces espèces proviennent du Gargasien du Maroc.

2. Barrême, Saint-André en Marseilles (Basses-Alpes).

D'ORB. (*id.*) et Lieous (coll. d'Orb.), *Cardita aff. tenuicosta* FITT. (Chichiliane), *Lima aff. Pratzii* BOEHM (La Faurie, Isère).

BERRIASIEN : *Astarte aff. claxbiensis* WOODS (La Faurie).

Plusieurs des espèces du Néocomien bathyal et subnéritique ont été décrites dans les argiles du Yorkshire et du Lincolnshire et dans celle du Hils :

Leda subrecurva PHIL., *Leda Seeleyi* GARDN., *Leda scapha* D'ORB., *Leda speetonense* WOODS (*Leda Maasi* et *Vogti* WOLL. sont très voisins de *L. Seyleyi* et *speetonense*), *Nucula planata* DESH., *Nucula ovata* MANT., *Grammatodon securis* LEYM., *Astarte claxbiensis* WOODS, *Cardita tenuicosta* FITT., *Cucullæa nana* LEYM., *Lucina aff. Hauchecornei* WOLL., *Aucellina gryphoides* et *aptiensis* se trouvent aussi dans le Gargasien de l'Allemagne du Nord.

La faune du Nord de l'Angleterre et de l'Allemagne présente en effet le même caractère « mixte » que celle des gisements du bord du géosynclinal alpin. Il y a aussi plus grande abondance de genres d'eaux profondes ou froides que de genres littoraux de mers chaudes. A ces éléments se joignent, comme on le sait, des espèces néritiques de la province boréale : *Camptonectes cinctus* Sow., *Thracia Phillipsi* RÆM., etc.

La profondeur des dépôts au centre des bassins anglais et allemand, comme la rencontre de courants froids et chauds, explique la présence de cette faune « mixte ».

L'uniformité de la faune de bivalves dans toutes les mers profondes empêche de distinguer des provinces zoologiques en dehors des régions néritiques.

Une partie des espèces des gisements bathyaux, dont plusieurs apparaissent, comme on l'a vu, dès le Valanginien, se retrouve dans l'Albien du bassin anglo-parisien et des Pyrénées : *Leda subrecurva* PHIL., *Leda Seeleyi* GARDN., *Leda scapha*¹ D'ORB., *Leda Neckeriana*¹ P. et ROUX., *Nucula bivirgata*¹ Sow., *Nucula ovata* MANT., *Cucullæa nana* LEYM., *Cardita tenuicosta*¹ FITT., *Lucina sculpta* PHIL., *Lucina Vibrayeana* D'ORB., *Aucellina gryphoides* Sow.

Elles sont surtout nombreuses dans les régions de plus grande profondeur (Folkestone, Aube, Haute-Marne), où la température ne devait pas être sensiblement différente de celle qui régnait au fond des géosynclinaux. La présence d'un certain nombre d'espèces néritiques indique cependant une profondeur moindre que dans la fosse vocontienne et le géosynclinal méditerranéen.

1. J'ai déjà indiqué la présence de ces espèces albiennes dans le Gargasien du Maroc.

Un certain nombre d'espèces du Néocomien pyriteux ne semblent pas appartenir à des espèces décrites ou figurées :

VALANGINIEN INFÉRIEUR : *Lucina* sp. voisine de *L. Rouyana* D'ORB., mais deux fois plus épaisse, *Thracia* sp. (Chichiliane, Isère), *Astarte* sp., à côtes concentriques espacées et large écusson (Saint-Julien en Beauchène, Hautes-Alpes ; Lieous, Basses-Alpes).

VALANGINIEN MOYEN : *Isocardia* sp. D'ORB. (Luc en Diois), petite espèce à carène latérale et à côtes concentriques que j'ai retrouvée dans la collection d'Orbigny sans dénomination. *Astarte* sp. à grosses côtes concentriques séparées par de fines stries (La Buisse, Isère).

GARGASIEN : *Entolium* sp., voisin de *Pecten orbicularis* var. *Lohmanni* de Wollemand, mais où les côtes concentriques sont lamelleuses (Vergons, Basses-Alpes), *Isocardia* sp. D'ORB. (Montsalier, Basses-Alpes), *Cucullæa* sp., *Lucina* ou *Linearia* sp. (*id.*), *Astarte* comme à la Buisse (Vergons).

Il est intéressant de constater que les espèces des gisements pyriteux sont : soit des espèces qui, dans toutes les localités sont de petite taille, soit des espèces qui, dans d'autres conditions d'existence, atteignent une beaucoup plus grande taille ; exemple : *Eopecten Enthymi* PICR., *Exogyra aquila* BRONGN. Il semble donc y avoir un rapport entre le nanisme des individus et l'abondance du gisement en oxydes de fer, d'où résulte la formation postérieure de concrétions de pyrite, puis de limonite.

Il faudrait que des observations sur les faunes actuelles nous montrassent un arrêt de développement des grandes espèces dans des conditions analogues ; il faudrait aussi connaître à fond les gisements et voir si la présence de la pyrite ou de la limonite concorde toujours avec le nanisme des individus.

LES VARIATIONS DE FACIÈS DU DÉVONIEN DANS LE MASSIF ARMORICAIN

PAR **F. Kerforne** ¹

Les régions dévoniennes du Massif armoricain peuvent, comme on le sait, se diviser en trois catégories : 1° celles de Normandie ; 2° celles du synclinal médian de la Bretagne (Brest-Laval) ; 3° celles des synclinaux du Sud : Saint-Julien-de-Vouvantes et Ancenis.

Le Dévonien du synclinal médian peut être considéré comme le type classique du Dévonien de l'Ouest.

En Normandie, le Dévonien est incomplet et réduit à sa division inférieure. Le Coblencien est assez semblable comme faciès et comme faune à ce que l'on trouve dans les régions classiques de Bretagne, malgré quelques différences locales, mais les couches situées au-dessous (Gédinnien, Taunusien) sont plus différentes. On n'y trouve pas les schistes et quartzites de Plougastel et les grès à *Orthis Monnieri* Rou. n'ont pas leur faciès habituel.

Dans les synclinaux du Sud, surtout dans celui d'Ancenis, le Dévonien est différent de ce que l'on connaît ailleurs et si on retrouve à Saint-Julien-de-Vouvantes des schistes du Dévonien moyen ayant le même faciès que ceux du Finistère, à Vern des calcaires exactement comparables à ceux de l'Ille-et-Vilaine et de la Mayenne, ce sont plutôt des exceptions ; dans son ensemble il ne rappelle guère le Dévonien du synclinal médian, ni par son faciès lithologique, ni par sa faune, qui est du reste la conséquence du faciès, ni même par ses relations stratigraphiques.

Je rappelle pour mémoire ces variations bien connues, mais le but de cette publication n'est pas de les étudier ; il est de montrer qu'il en existe d'autres moins connues et d'une importance peut-être plus grande, surtout au point de vue de l'établissement de la Carte géologique et des connaissances générales que nous avons sur la répartition des dépôts dévoniens dans le Massif armoricain. Elles se présentent dans le synclinal Brest-Laval.

Dans ce synclinal il y a deux régions typiques bien connues : la région de la rade de Brest par les travaux de M. Ch. Barrois et de M. L. Collin, la région de l'Ille-et-Vilaine, de la Mayenne et de la Sarthe par les travaux de Marie Rouault et de M. D. P. Oehlert, pour ne citer que les principaux. Ces deux extrémités du grand synclinal sont en somme peu différentes et ne pré-

1. Note présentée à la séance du 15 décembre 1919.

sentent que des différences de second ordre : puissance relative plus ou moins grande des schistes et quartzites de Plougastel et du calcaire coblencien, rareté plus grande des gisements du Dévonien moyen à l'Est, absence dans la même région du Dévonien supérieur, ou peut-être méconnaissance de ses gisements, due au petit nombre et au mauvais état des affleurements. Par ailleurs les faciès lithologiques sont sensiblement les mêmes dans les différentes divisions et la richesse faunique équivalente.

Mais il y a toute une grande région du synclinal où il n'en est pas ainsi ; c'est la région centrale du Massif et le Nord du Finistère.

Je prendrai pour type de ce faciès particulier les environs de Gouarec (Côtes-du-Nord) où son étude est facilitée par de nombreux affleurements d'une grande fraîcheur et par des recherches minières récentes : tranchées, puits et travers-bancs, et j'en montrerai l'extension considérable.

A Gouarec le Dévonien, comme dans tout le synclinal, repose en concordance absolue sur le Gothlandien et il y a un passage tellement insensible entre les deux formations qu'il est impossible de préciser la limite ; il en est ainsi en particulier dans les tranchées du chemin de fer économique qui sont de part et d'autre de la vallée du Daoulas, près de l'abbaye de Bon-Repos, et aucun fossile ne permet de suppléer au manque de variation du faciès lithologique ; ce n'est en effet que beaucoup plus bas dans le Gothlandien que le faciès ampéliteux se montre avec ses *Monograptus* habituels (Liscuis, Daoulas) et dans les couches supérieures du Gothlandien les fossiles sont extrêmement rares ainsi du reste que les nodules qui les contiennent ; je n'en ai trouvé, et ce ne sont que de mauvais débris, qu'un peu au Nord de la station de Saint-Gelven. Dans les premiers bancs dévoniens il n'a pas été trouvé de fossiles jusqu'à présent.

La seule différence que l'on puisse observer est une légère modification dans le faciès, par exemple près de Bon-Repos. A l'Est de la vallée de Daoulas, au-dessus des Ampélites, on a des schistes argileux bien feuilletés (faciès gothlandien) ; ils deviennent de plus en plus durs et résistants à mesure que l'on monte dans la série ; près de la vallée, à l'Est de la station de Bon-Repos, la voie ferrée pénètre en faisant une boucle dans le Dévonien ; on voit alors la fissilité des schistes diminuer progressivement et bientôt ils passent à des dalles résistantes (faciès dévonien). La voie ferrée quitte ensuite le Dévonien pour repasser dans le Gothlandien et on observe encore le même passage insensible.

Au-dessus de cette limite impossible à préciser on observe les formations suivantes :

1° *Schistes et dalles inférieurs*. Schistes noir-bleuâtre, quelquefois sériciteux, durs, résistants, se divisant plus souvent en dalles qu'en feuillets minces et ayant une puissance d'environ 400 mètres. A Gouarec on n'y trouve presque aucune intercalation de bancs de quartzite ; à l'Est vers Caurel il s'y intercale quelques bancs, encore assez minces ; plus à l'Est, vers Uzel, les bancs de quartzite deviennent plus nombreux et le faciès se rapproche alors de celui bien connu des schistes et quartzites de la base du Dévonien dans le Finistère.

Malgré le grand nombre d'affleurements et d'exploitations, je n'ai trouvé dans cet ensemble aucune trace fossilifère ; néanmoins, étant donné leur position, on doit les assimiler entièrement aux schistes et quartzites de Plougastel nommés et décrits par M. Ch. Barrois et les ranger dans le Gédinnien.

Ils forment en général un relief très accentué et souvent très pittoresque, en particulier dans la vallée du Blavet, dans la vallée du Daoulas et dans celle de Poulancre, toutes trois bien connues des touristes.

2° *Grès et quartzites*. — Au faciès argileux succède un faciès gréséux constant mais d'importance très variable. Tantôt ce sont des grès blancs, grenus, plus ou moins sableux, c'est-à-dire ayant le faciès des grès à *Orthis Monnieri* que l'on connaît à Landévennec et à Gahard, tantôt ce sont des quartzites durs, compacts, verdâtres ou bleuâtres et ressemblant à s'y méprendre aux gros bancs de quartzite de Plougastel ; la confusion est d'autant plus facile que souvent, comme dans le Gédinnien du Finistère, ils contiennent alors quelques intercalations schisteuses. Tantôt enfin certains bancs sont gréséux, certains autres sont quartziteux. Quand on lit le travail de M. Ch. Barrois sur le Menez-Bel-Air on voit qu'il a rencontré ce faciès quartziteux spécial presque partout dans le centre de la Bretagne.

Enfin la puissance de cet épisode siliceux est extrêmement variable. En certains endroits il peut atteindre 200 m. d'épaisseur, en d'autres il atteint à peine 50 m. Dans ce cas, quand il s'agit surtout de bancs de quartzite plus ou moins verdâtres il doit être confondu presque fatalement avec les schistes et quartzites de Plougastel ; comme c'est le meilleur repère pour reconnaître les différents niveaux du Dévonien, tout l'ensemble de cet étage peut être alors rangé dans sa division inférieure : le Gédinnien.

Dans la région de Gouarec le faciès gréseux franc domine le plus souvent mais il est sujet à des variations de puissance considérables ; il en résulte de telles variations dans le relief qu'il peut en certains points passer inaperçu ; tel est le cas par exemple près de l'endroit où le ruisseau du Liscuis vient se jeter dans le Blavet ; on ne l'y verrait pas sans une minuscule petite carrière, à moitié enfouie sous les éboulis des schistes et dalles inférieurs.

Alors que sur les bords de la rade de Brest, dans l'Ille-et-Vilaine et dans la Mayenne les fossiles sont très abondants à ce niveau, dans le centre de la Bretagne ils sont très rares.

Dans la région de Gouarec j'ai pu en ramasser quelques-uns, en particulier près de Saint-Gelven :

Orthis Monnieri ROU., *Rhynchonella* sp., *Grammysia* sp., *Orthoceras* sp., ce qui est par contre assez fréquent c'est de trouver des bancs farcis d'anneaux d'Encrines de taille relativement grande.

Il y a dans ces grès des intercalations de minerai de fer, encore mal connues avec précision.

3° *Schistes coblenciens*. — Schistes argileux bleuâtres ou verdâtres, avec intercalations noirâtres et même ampélitiques, peu résistants, très altérés en surface et souvent décolorés ; leur porosité indique qu'ils doivent être calcarifères en profondeur ; en surface il ne reste plus trace de carbonate de calcium, mais ils ne sont pas assez siliceux pour mériter le nom de grauwacque, roche dont ils n'ont pas du reste l'apparence ordinaire¹. Ils sont peu épais et souvent masqués par des éboulis ou par la végétation ; il en résulte une assez grande imprécision dans leurs limites ; je leur attribue une puissance d'environ 50 m. Ils contiennent des bancs de fer carbonaté de couleur bleu-noirâtre, quelquefois des nodules plus ou moins volumineux.

Malgré des circonstances favorables exceptionnelles : tranchées, puits et travers-bancs de recherches minières, je n'ai pu y recueillir que deux mauvais exemplaires d'un *Spirifer* qui paraît être le *Spirifer lævicosta* VAL. et quelques anneaux d'Encrines.

J'insiste sur le fait qu'à cause de la faible puissance de ce niveau, de son altération, de son relief effacé, qui en est la conséquence, de la rareté extrême des fossiles, des éboulis et de la végétation qui le recouvrent souvent, il faut des recherches très attentives pour reconnaître sa présence.

Dans la région de Gouarec il est plus facile à suivre qu'ailleurs, parce qu'il est le plus souvent jalonné par d'anciennes

1. M. Ch. Barrois a trouvé le faciès grauwacqueux près du Bodéo.

exploitations de minerai de fer, comme du reste le niveau suivant.

4° *Schistes du Dévonien moyen*. — Ils ont les mêmes caractères lithologiques que les précédents et se confondent avec eux surtout en surface. Ils contiennent également des bancs de fer carbonaté et des nodules du même minerai, mais on y trouve aussi quelques bancs calcaires peu épais, irréguliers, formés d'un calcaire spathique bleuâtre. Les fossiles sont extrêmement rares et sans les recherches minières qui y ont été faites je n'en aurais pas rencontré. J'ai trouvé dans les calcaires quelques échantillons en mauvais état mais bien reconnaissables de *Phacops Potieri* BAYLE et deux échantillons d'un Brachiopode paraissant être une *Camarophoria*. Leur position stratigraphique n'est donc pas douteuse. Leur puissance paraît être d'une cinquantaine de mètres.

Le Dévonien moyen avec *Phacops* a été reconnu beaucoup plus à l'Est par M. Ch. Barrois, en particulier près de l'abbaye de Bosquen. Ce niveau paraît donc être constant dans la Bretagne centrale mais il est très difficile à reconnaître et à suivre.

5° *Schistes et dalles supérieurs*. — Puis vient un ensemble de schistes noir-bleuâtre, durs et résistants, impossibles à différencier lithologiquement des schistes et dalles inférieurs : même couleur, même compacité, même aspect général, même relief élevé ; comme les premiers ils ont une puissance relative considérable, paraissant atteindre près de 300 m. Malgré des recherches sérieuses je n'y ai pas trouvé de fossiles. Ils peuvent représenter la partie supérieure du Dévonien moyen, peut-être même le Dévonien supérieur.

Au-dessus vient le Carboniférien dont la limite n'est pas bien visible dans cette région.

Deux faits essentiels sont à retenir dans cette étude de Gouarec :

1° Le faciès lithologique du Dévonien est différent de celui des régions classiques ; le faciès argileux homogène domine tellement de la base au sommet que les termes un peu différenciés tels que les grès à *Orthis Monnieri* Rou., les schistes coblenziens et les schistes à *Phacops Potieri* BAYLE, ne peuvent être reconnus que par des recherches très minutieuses.

2° Les fossiles y sont extrêmement rares.

Il en résulte que le Dévonien tout entier peut facilement être rangé à tort sous la même dénomination : schistes et quartzites de Plougastel et même dans tout autre terrain schisteux sans fossiles : l'Algonquien (Briovérien) par exemple.

Or ce faciès n'est pas spécial à la région de Gouarec ; vers l'Est on le retrouve jusque sur les flancs du Menez-Bel-Air ; aux envi-

rons de Collinée, ce sont encore des schistes avec intercalations peu épaisses de quartzites verdâtres, dans lesquels on trouve des anneaux d'Encrines et des intercalations de bancs de minerai de fer carbonaté ; dans la forêt de Lorges, il en est de même ; mais le niveau siliceux se rapproche davantage du type ordinaire des grès à *Orthis Monnieri*, surtout au Pas et à Lanfains, où on trouve quelques fossiles.

Il en est encore de même au Sud de Guingamp et du côté de Belle-Isle-en-Terre où l'on retrouve dans les schistes les mêmes minerais de fer qu'à Gouarec et à Collinée, par exemple au Menez-Christ, à Coat-au-Noz, à la Chapelle neuve, etc.

On le retrouve dans les montagnes d'Arez et il paraît s'étendre même jusqu'à la rade de Brest le long de l'Elorn, car il faudra sans doute y ranger les schistes et les grès un peu particuliers qui s'étendent depuis l'embouchure de cette rivière jusqu'à Morlaix. C'est encore lui que l'on retrouve à Morlaix même (schistes rangés dans l'Algonquien) où Du Laurens de la Barre¹ a rencontré dans les petits bancs calcaires intercalés du Dourduf toute une petite faunule de Brachiopodes et de Polypiers, qu'il m'avait communiquée avant la guerre et qui ne peut être que dévonienne.

Il y a lieu d'ajouter que dans de nombreuses localités de la Bretagne centrale et septentrionale le Dévonien est plus ou moins métamorphisé, tout ou partie, par exemple à Collinée, à Lorges, à Lanfains, à Tréglamus, à Belle-Isle-en-Terre, à Morlaix, etc., ce qui rend encore son apparence plus trompeuse et son étude plus difficile.

Il y a donc dans le Nord du Finistère et dans la Bretagne centrale un faciès particulier du Dévonien, très différent de celui des régions classiques et dans lequel les différents termes sont peu ou pas différenciés ; seules des études très détaillées, longues et minutieuses ou des circonstances exceptionnelles permettront de faire le départ précis dans ces régions, de ce qui peut appartenir à tel ou tel niveau du Dévonien ou aux autres terrains.

1. Mort au champ d'honneur.

GRÈS, CALCAIRES BRÉCHIQUES ET CONGLOMÉRATS D'URCUI (BASSES-PYRÉNÉES, BASSIN DE L'ADOUR)

PAR Jacques de Lapparent ¹.

PLANCHE IX.

La station d'Urcuit est située sur la ligne du chemin de fer de Bayonne à Pau, entre les gares de Lahonce et de Urt, au bord de l'Adour. A la station même, contre la voie du chemin de fer, une ancienne carrière met à nu des alternances de bancs de conglomérats, de calcaires bréchiques et de grès. Ces couches sont d'âge nummulitique ; c'est là un fait depuis longtemps connu : M. Seunes les a signalées dans son travail sur les Pyrénées occidentales. Elles sont effectivement le gisement d'une très grande quantité de Nummulites et d'Assilines.

Mais ce qui rend ce gisement particulièrement intéressant pour le lithologiste c'est la présence des conglomérats et des formations bréchiques que l'on y voit ; et c'est précisément l'étude de ces roches que je voudrais faire ici brièvement.

Que je dise de suite que j'ai soumis à M. Henri Douvillé ma récolte de Foraminifères. Il a reconnu parmi ceux-ci : *Nummulites distans*, *Nummulites granifer* H. Douv., *Assilina spira* Roissy, *Orthophragmina Archiaci*.

C'est la faune qu'il avait déjà eu l'occasion d'étudier non loin de là, mais sur la rive droite de l'Adour, à Saint-Barthélemy. Ces espèces classent le gisement d'Urcuit dans le Lutécien inférieur.

DIFFÉRENTS FACIÈS LITHOLOGIQUES ; LEURS RELATIONS AVEC LES NUMMULITES ET ASSILINES.

Les bancs des calcaires et des grès sont séparés les uns des autres par de minces lits sableux ou marneux où l'on ne trouve ni Nummulites ni Assilines. Celles-ci se montrent dans les bancs de calcaires bréchiques, dans des calcaires gréseux, dans les grès, et dans certaines des couches de conglomérats.

La principale de celles-ci est située à la partie supérieure de la carrière. Elle est très argileuse. Sa puissance est de 70 cm. environ, mais elle semble atteindre près de 3 m. en un point où

1. Note présentée à la séance du 3 novembre 1919.

elle est directement superposée à d'autres couches de conglomérats qui ravinent les calcaires sous-jacents.

L'allure de conglomérat est donnée à ces couches par la présence de balles d'un calcaire blanc identique aux calcaires daniens à Globigérines de la région et de balles d'un calcaire plus argileux. Ces balles peuvent atteindre un diamètre de 30 à 40 centimètres.

Les bancs des calcaires bréchiques contiennent également des débris de calcaires blancs daniens ; ils contiennent aussi des fragments de grès assez friables qui paraissent identiques à des grès sableux qu'on trouve tout près de là, au sommet des calcaires daniens qui affleurent entre Urcuit et Urt et qui sont en concordance de stratification avec eux.

Au milieu même des bancs des calcaires d'Urcuit l'intercalation d'une couche argileuse et la forme en balle prise par les calcaires daniens donne un lit de conglomérat. Il y a de la sorte passage du faciès conglomérat au faciès calcaire bréchtique.

On peut observer en outre dans une carrière ouverte à angle droit sur celle du chemin de fer, du côté de la route d'Urcuit, une couche de marnes de 6 m. de puissance environ. Elle est située sous la masse des bancs de calcaire ; elle ne contient ni Nummulites, ni Assilines, ni Orthophragmines. Les marnes qui la forment sont finement sableuses ; on y trouve de très petites Serpules.

Sous cette masse de marnes on retrouve des bancs de calcaires bréchiques à Nummulites, mais on ne peut voir sur quoi ils reposent.

En résumé tous les calcaires bréchiques, les calcaires gréseux, les conglomérats contiennent les gros Foraminifères (Nummulites, Assilines, Orthophragmines) tandis que les minces lits sableux ou argileux ne les contiennent pas, de même que la masse des marnes sableuses de la partie inférieure du gisement.

BANCS ROCHEUX DE LA CARRIÈRE D'URCUI.

Voyons maintenant quels types de calcaires on peut observer à Urcuit et quelles particularités ils présentent.

Je choisirai trois types de roches qui nous conduiront du calcaire bréchtique le plus typique à un grès.

A) *Calcaire bréchtique*. — C'est ce type de roches qui forme la plus grande masse des bancs du côté de la carrière qui regarde l'Adour.

En dehors des Nummulites, Assilines et Orthophragmines

qu'il contient en abondance, ce calcaire est très riche en Foraminifères de toutes sortes. Notons tout d'abord qu'on y trouve *Orbitolites complanatus*. Il contient aussi des Alvéolines assez longues, très fréquemment brisées; des Rotalidées dont l'une, appartenant au type *Rotalia*, est caractérisée par sa coquille pustuleuse et se trouve dans la plupart des roches de ce gisement (Pl. IX, fig. 1 et 4); des Miliolidées; des Textilaires à test agglutinant, et enfin *Rosalina Linnei* (Pl. IX, fig. 2).

Les coquilles de ce Foraminifère sont généralement roulées; elles sont pyriteuses. Elles appartiennent à un type moyen de cette espèce, voisin du deuxième type que j'ai décrit dans mon travail sur les roches du Crétacé basque ¹.

A ces organismes sont associés des débris de Mélobésiées et quelques Bryozoaires.

Son caractère bréchique est donné principalement à cette roche par les fragments de calcaire blanc dont j'ai déjà parlé, et qui sont identiques aux calcaires à Globigérines du Danien, et par des débris de grès; la dimension de ces matériaux pouvant atteindre huit centimètres. On voit en plus au microscope de menus débris d'un grès très pyriteux, micacé, et des fragments roulés d'un fin calcaire noir à Globigérines.

Quant au ciment qui lie tous ces éléments, il est constitué par un mélange de calcaire granuleux, parfois finement gréseux, et de calcite plus largement cristallisée.

Quand on étudie de près, dans cette roche, la constitution du test des Foraminifères on est frappé de l'importance de l'action des petites Algues tubulaires du groupe de *Girvanella*. On sait que, au point de vue de la constitution de leur test, on peut classer les Foraminifères à test non agglutinant en deux groupes principaux: les Foraminifères à test hyalin d'une part, les Foraminifères à test laiteux d'autre part. On voit très bien dans les plaques minces de la roche étudiée que les uns et les autres ne se comportent pas de même vis-à-vis des Girvanelles: les premiers sont généralement faiblement attaqués tandis que les seconds le sont plus fortement, et l'attaque y peut aller jusqu'à l'absorption complète du test par les Algues; la coquille du Foraminifère est, dans le dernier cas, remplacée par une masse de petits grains calcaires agglomérés.

La roche dont il est ici question est cohérente; c'est une roche massive, et cela tient à ce que le ciment qui en lie tous les éléments, et qui est essentiellement constitué par de la calcite, a

1. Étude lithologique des terrains crétacés de la région d'Hendaye. Paris, 1918.
19 novembre 1920.

cristallisé. Il est extrêmement intéressant de constater que vis-à-vis même de cette cristallisation les Foraminifères des deux groupes indiqués plus haut ne se sont pas comportés de même : les Foraminifères à test hyalin sont restés intacts ; ils gardent leur individualité, et l'on y saisit toutes les particularités de leur texture ; au contraire les Foraminifères à test laiteux ont complètement recristallisé, et si quelques petites traces de matières organiques ne soulignaient le contour de leurs loges, ils disparaîtraient. Mais cette recristallisation ne s'étend qu'aux parties des coquilles de ces Foraminifères qui n'ont pas été attaquées par les Girvanelles ; les parties attaquées, toujours granuleuses, jaunâtres et relativement opaques ressortent très vivement en lames minces sur le reste de l'organisme (Pl. IX, fig. 3).

Dans le cas de la roche présentement étudiée ces remarques s'appliquent aux Nummulites, aux Assilines, aux Rotalies, qui sont des Foraminifères à test hyalin, d'une part ; et d'autre part aux Miliolidées et aux Alvéolines qui sont des Foraminifères à test laiteux.

On voit aussi dans cette roche un Foraminifère appartenant au type *Truncatulina*, et dont les sections sont, en lames minces, vivement teintées de brun jaunâtre. Il n'est jamais attaqué par les Girvanelles, et sa coquille présente ceci de particulier que de la calcédoine sous la forme lutécite a fréquemment pris naissance dans sa masse. La texture du test même est lamellaire et chaque section de loge montre une série de lamelles recouvrantes traversées par de gros canaux. Il est hors de doute que, minéralogiquement, ce test est formé d'un carbonate, mais aucun examen microchimique ne peut en être fait vu la petitesse des matériaux examinés et nous ne pouvons dire si ce carbonate était ou non primitivement chargé de silice.

B) *Calcaire gréseux*. — Ce n'est plus une roche à proprement parler bréchiue. Elle est principalement caractérisée par les grains anguleux de quartz qui lui donnent un faciès gréseux. Elle contient comme les calcaires bréchiues, mais en moins grand nombre, des Nummulites, des Assilines, des Orthophragmines et des Alvéolines ; cette Rotalie pustuleuse à laquelle j'ai fait allusion précédemment y est abondante, mais on n'y revoit pas *Rosalina Linnei* (Pl. IX, fig. 4).

Ajoutons qu'il y a encore dans cette roche des morceaux de grès micacé de même nature mais plus petits que ceux du calcaire précédent et des débris de Mélobésiées, qu'on y trouve en outre des prismes isolés de coquilles de Mollusques, des débris de spi-

cules d'Éponges, des Globigérines à gros pores et quelques Truncatulines qui paraissent identiques à *Truncatulina lobatula* WALKER et JACOB, que nous allons voir se développer singulièrement dans le type suivant.

Ces éléments baignent dans un ciment constitué par de fins granules calcaires à enveloppe argileuse.

Les Girvanelles manifestent encore leur action sur les organismes, et dans les mêmes conditions que précédemment.

C) *Grès à Truncatulines*. — Dans ce type, Nummulites, Assilines et Orthophragnines sont beaucoup plus clairsemées que dans les types précédents.

La roche se caractérise immédiatement comme un grès riche en petites Truncatulines du type de *Truncatulina lobatula*, et dont les individus sont tous mégasphériques. Il y a des grains de glauconie, des spicules d'Éponges, des Globigérines à gros pores, quelques Lagenas, quelques Bryozoaires, quelques prismes isolés de tests de Mollusques. Les restes d'Algues calcaires sont rares. Le ciment est constitué par de la calcite recristallisée, sauf en quelques points où le calcaire est greuvé. Les Girvanelles ne paraissent avoir agi sur aucun de ces éléments (Pl. IX, fig. 5).

RELATIONS DES BANCs ROCHEUX D'URCUIT ET DES CONGLOMÉRATS.

Ces calcaires et grès passent les uns aux autres. Les grès à Truncatulines sont principalement développés sur la face de la carrière qui regarde la route; tandis que vers la voie du chemin de fer les calcaires bréchiques sont les plus abondants.

J'ai dit plus haut que le faciès lithologique du calcaire bréchiq. passait au conglomérat: ce dernier contient effectivement les mêmes éléments (on y revoit en particulier *Rosalina Linnei*) mais dans une pâte meuble argilo-calcaire et gréseuse.

Il est d'ailleurs intéressant d'observer les contacts immédiats des conglomérats et des calcaires bréchiq. La surface du conglomérat n'est jamais parfaitement plane: elle est bosselée; mais le calcaire bréchiq. qui se dépose sur le conglomérat le recouvre en nivellement. Quant aux lits de conglomérats, ils s'appuient en général sur la surface d'une couche de calcaire bréchiq.; cependant en un point du gisement, ainsi que je l'ai déjà dit, plusieurs lits de conglomérats sont superposés, les lits inférieurs ayant raviné les couches de calcaires bréchiq. déjà déposées (Pl. IX, fig. 6).

L'allure des couches de conglomérats et des bancs de calcaires bréchiq. est donc totalement différente. Les phénomènes de

ravinement qui accompagnent les dépôts des premiers impliquent nécessairement l'idée d'un phénomène violent, alors que le mode suivant lequel les calcaires bréchiques recouvrent les lits de conglomérats indique la tranquillité du dépôt de ceux-là. Mais bien entendu ce que je dis ne vise que la *mise en place* de ces sédiments, car la présence de morceaux non roulés de roches plus anciennes dans les calcaires bréchiques implique également pour ces derniers une origine première dont la cause ne peut être qu'un phénomène relativement violent. Dans les couches de conglomérats nous enregistrons l'action même de l'épisode. Les calcaires bréchiques ne nous montrent que la suite d'une action qui n'est pas d'ailleurs nécessairement de même ordre que celle qui a produit les conglomérats.

Il nous paraît difficile de ne pas voir dans le mode de dépôt des conglomérats d'Urcuit l'action d'un courant, vraisemblablement assez localisé, tandis qu'il nous semble que la cause de la mise en place des calcaires bréchiques, intimement associés aux calcaires gréseux et aux grès à Truncatulines, doit être cherchée dans un mouvement oscillatoire d'origine marine. Ces calcaires et grès ne sont pas d'ailleurs localisés au point où nous en avons pris les types : M. H. Douvillé m'a communiqué un échantillon d'une roche de Saint-Barthélemy en tout semblable aux calcaires bréchiques d'Urcuit. Quant aux grès à Truncatulines, ils ont dans l'Éocène pyrénéen un remarquable développement sur lequel je reviendrai prochainement je l'espère.

SUR LA PRÉSENCE DE *ROSALINA LINNEI*
DANS LES COUCHES ÉOCÈNES D'URCUI.

J'ai signalé dans les couches de conglomérats et dans les bancs de calcaires bréchiques la présence de *Rosalina Linnei*. Les petites coquilles qu'on en peut observer sont libres de toute gangue : elles ne sont donc pas arrachées à une formation complètement massive ; mais elles sont généralement roulées. Elles sont pénétrées de pyrite alors que les coquilles des autres Foraminifères qu'on trouve à leurs côtés ne le sont pas, tandis qu'un grès très fin, en menus débris, qui voisine avec elles est lui aussi pyriteux. Ces coquilles de Rosalines n'ont certainement pas la même origine que les coquilles des autres Foraminifères qui leur sont associées, et leur état d'usure est tel qu'il faut je crois les considérer comme plus anciennes que la plupart de celles-ci : leur association avec les menus fragments de grès pyriteux incite à penser que ce grès est, à l'état de sable, leur gisement primitif.

Elles viendraient donc de couches au moins un peu plus anciennes que celles d'Urcuit. Je ne crois pas qu'elles viennent de sédiments beaucoup plus anciens, car nous ne voyons dans les calcaires bréchiqnes et dans les conglomérats aucun élément de roches qui soient antérieures au Danién : nous n'y voyons pas les calcaires du Sénonien supérieur à *Rosalina Stuarti* J. de L., qui pourtant n'affleurent pas bien loin de là. Quant aux grès dont on trouve quelques fragments assez gros, ils paraissent bien provenir des couches qui surmontent immédiatement le Danién, et je n'y ai pas vu de Rosalines.

Pour toutes ces raisons, il faut, je crois, considérer les Rosalines des calcaires bréchiqnes et des conglomérats d'Urcuit comme provenant de dépôts relativement meubles d'âge très peu antérieur à celui des gisements d'Urcuit et de Saint-Barthélemy, et que les phénomènes qui ont donné naissance d'une part aux calcaires bréchiqnes et d'autre part aux conglomérats ont complètement détruits.

Les Alvéolines qu'on voit dans les mêmes roches sont également roulées et brisées. Elles proviendraient, elles aussi, de formations d'un âge un peu plus ancien que celui des sédiments mêmes d'Urcuit. Elles rappellent par leur forme *Aveolina oblonga*, aussi pensons-nous que ces sédiments meubles démantelés par l'action qui produisit les calcaires bréchiqnes du Lutétien inférieur du bassin de l'Adour étaient d'âge yprésien.

A proximité de la carrière d'Urcuit, sur la ligne du chemin de fer, vers la station d'Urt, on voit une carrière ouverte dans les sédiments daniens typiques de la région : alternance de bancs de calcaires à Globigérines et de calcaires graveleux ¹, au milieu desquels un petit accident tectonique a amené un chapelet de lentilles de marnes à *Rosalina Stuarti* du Sénonien supérieur. Dans la partie de la carrière ouverte à l'Ouest on voit au-dessus des calcaires daniens, en concordance de stratification avec eux, des sables assez grossiers qui vers la partie supérieure de la carrière deviennent plus fins, se stratifient et se consolident. Ce sont des grès cimentés par un peu de calcaire et qu'une trame de

1. Ces bancs de calcaires graveleux sont compacts. On voit au microscope qu'ils sont constitués par l'accumulation de Foraminifères et de débris roulés variés. Il y a des Foraminifères à test hyalin (en particulier une Rotalidée très voisine de la Rotalie pustulense des calcaires gréseux d'Urcuit), des Globigérines à gros pores, des Foraminifères à test laiteux (Miliolidées à test complètement attaqué par les Girvanelles), des Textilaires à test agglutinant. Parmi les débris roulés on voit des restes d'Échinides, de Crustacés, des débris de Bryozaires et une grande quantité de Mélobésiées. Le ciment qui lie ces matériaux est une calcite largement cristalline.

silice rend parfois cohérents. Ils se caractérisent lithologiquement comme grès à *Radiolaires* et à *spicules d'Éponges*¹.

C'est, entre Urcuit et Urt, le seul affleurement qu'on peut voir nettement du Danien au Lutétien inférieur. Il faut, je crois, rapporter à des sédiments contemporains de cet affleurement les fragments de grès (différents des menus fragments de grès fins pyriteux) qu'on trouve dans les calcaires bréchiqnes et dans les conglomérats d'Urcuit. Leur niveau, en concordance de stratification avec le Danien, représenterait le passage du Danien à l'Éocène.

Je ferai remarquer que si une lacune semble exister dans cette région du bassin de l'Adour entre la base de l'Éocène inférieur et le Lutétien inférieur il se peut qu'il n'y ait là qu'une apparence due à la destruction des couches qui représenteraient l'Yprésien par le phénomène qui a donné naissance aux calcaires bréchiqnes du Lutétien inférieur². Il faut se faire à cette idée que tout dépôt sédimentaire n'est pas nécessairement le fait d'un épisode tranquille, et que l'épisode qui a donné naissance à certaines formations lithologiques a pu être assez violent pour attaquer et faire disparaître les dépôts qu'une sédimentation calme eût laissés en place.

Il est évident qu'une action de cet ordre aura comme trace principale le mélange des éléments de deux faunes non contemporaines. Mais on sait comme il est difficile souvent de différencier deux séries de fossiles prises dans deux étages successifs, et d'autre part, les fossiles dits caractéristiques qui dans le cas qui nous occupe seraient les Nummulites sont trop souvent liés à un faciès : si ce faciès venait à manquer dans la région même où devaient se superposer les deux étages, rien ne nous avertira que cette superposition ait été ou non effective.

Je ne veux pas dire par là que dans le bassin de l'Adour et, pour préciser, dans la région d'Urt, d'Urcuit et de Saint-Barthélemy, il n'y ait nécessairement pas eu de lacune entre la base de l'Éocène et le Lutétien inférieur, mais que la présence de formations bréchiqnes à la base du Lutécien inférieur, et la vraisemblance pour qu'une partie des matériaux de cette formation bréchiqne

1. Les spicules d'Éponges sont très abondants : certains petits lits en sont un entassement ; ce sont des spicules de Tétractinellides, encore en opale. Les Radiolaires sont des Sphéroïdés, très délicats, en silice hyaline. Je n'ai pas vu d'autres fossiles dans ces couches.

2. Sous une forme un peu différente M. H. Douvillé arrive à la même conclusion dans sa note à l'Académie : « L'avant-pays à l'Ouest de la chaîne des Pyrénées » ; *C. R. Ac.Sc.*, 14 mai 1917. Il y indique que les dépôts les plus anciens de l'Éocène ont été « quelquefois ravinés par les dépôts plus récents ».

proviennent de sédiments d'âge immédiatement antérieur à celui de ce niveau, réduit tout au moins l'ère de cette lacune.

C'est la présence dans les couches d'Urcuit de *Rosalina Linnei* qui nous a entraîné dans cette discussion. Il me paraît intéressant de rappeler que ce Foraminifère, abondant dans tout le Crétacé supérieur pyrénéen et que nous avons récemment trouvé dans les formations aptiennes des Hautes-Pyrénées, disparaît très brusquement à l'époque danienne. Les mêmes faciès qui dans tout le Sénonien contenaient ce Foraminifère et qui se continuaient au Danien ne le contenaient plus à cette époque.

Nous le voyons réapparaître dans les mêmes régions un peu avant le Lutétien et c'est là un fait intéressant. Effectivement *Rosalina Linnei* n'est pas une espèce éteinte : elle fut décrite par d'Orbigny d'après un échantillon provenant des sables actuels de l'île de Cuba. C'est une espèce de mers chaudes. Aussi bien me paraît-elle illustrer singulièrement les considérations émises par M. H. Douvillé dans sa note à l'Académie « Sur une cause de variations des faunes fossiles »¹. A la fin du Crétacé proprement dit disparaissent les Ammonites, les Rudistes, les Orbitoïdes. Ammonites et Rudistes ont disparu pour toujours, mais il n'en est pas de même des Orbitoïdes. Ceux-ci caractérisaient le Maestrichtien sous leur forme *Orbitoides* (s. str.); on ne les voit pas dans le cours du Danien, mais sous leur forme *Orthophragma* ils réapparaissent à l'Éocène. Il en est ainsi de *Rosalina Linnei* aux stades évolutifs près. Il semble en effet que cette espèce ait perdu à la fin du Crétacé supérieur ses facultés évolutives : *Rosalina Stuarti* qui en était une intéressante mutation a complètement disparu et c'est une forme moyenne de *Rosalina Linnei* qui seule se reproduit.

L'étude de *Rosalina Linnei* confirme donc l'hypothèse de l'arrivée d'une vague de froid dans cette partie de la Méditerranée ancienne à l'époque danienne et le retour du climat chaud après le début de l'Éocène inférieur. Il serait bien intéressant d'étudier ce que devient ce Foraminifère après le Crétacé dans les régions où le froid de la période danienne ne s'est pas fait sentir ; en particulier dans ces régions du Tibet que le mémoire de M. H. Douvillé a rendu classiques et dans lesquelles on peut saisir l'évolution des Orbitoïdes pendant la durée du Danien².

1. C. R. Ac. Sc., 18 mai 1903.

2. *Palaeontologia Indica*. N. sér., V, Mém. n° 3. Henri DOUVILLÉ. Le Crétacé et l'Éocène du Tibet central, 1916.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IX

- FIG. 1. — CALCAIRE BRÉCHIQUE D'URCUI (× 38). Au centre débris d'Alvéoline au-dessus et à droite de celle-ci Rotalie pustuleuse.
2. — *Rosalina Linnei* des Calcaires bréchiqes d'Urcuit (× 65). L'opacité de la coquille est due à une imprégnation de pyrite.
3. — SECTION D'UNE QUINQUELOCULINE DES CALCAIRES BRÉCHIQUES D'URCUI (× 115). On voit que les parties opaques marquent le trajet des pénétrations du test par les Girvanelles. Les parties du test qui ne sont pas attaquées par les petites Algues ont recristallisé comme la masse de la roche.
4. — CALCAIRE GRÉSEUX D'URCUI (× 40). Deux sections de la Rotalie pustuleuse.
5. — GRÈS A TRUNCATULINES D'URCUI (× 66).
6. — CARRIÈRE D'URCUI. Bancs rocheux de calcaires bréchiqes et gréseux ravinés par des couches successives de conglomérat. C'est au-dessous de ce complexe que se tient la masse des marnes sableuses.
-

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE LA FAUNE DES FALUNS DE LA TOURAINE.

PAR J. de Morgan¹.

I. MOLLUSQUES TERRESTRES ET FLUVIATILES.

En dehors d'*Helix (Tachea) asperula* DESHAYES qui se rencontre très fréquemment dans les divers gisements faluniens de la Touraine et du Blésois, les Mollusques terrestres sont, pour la plupart fort peu abondants ; quelques-uns même sont d'une extrême rareté, principalement parmi les espèces de petite taille. C'est ainsi que les genres *Carychium*, *Pupa*, *Vertigo*, *Parmacella*, *Testacella*, *Strobilus*, etc., n'avaient point encore été signalés dans l'Helvétien tourangeau. Par contre les coquilles d'eau douce sont plus nombreuses. *Bithinia*, *Bithinella*, *Hydrobia* abondent dans les sables fins du vallon de Charenton (Pont-Levoy) dont nous avons fait l'étude, alors que ces petites espèces sont rares dans les sables grossiers des autres gisements, plus riches en grosses espèces telles que les *Melania* et les *Melanopsis*. Les *Ancylus* se rencontrent à Charenton, mais ils sont extrêmement rares, nous n'en possédons qu'un très petit nombre d'exemplaires. On ne les a pas encore trouvés dans les autres sablières. La rareté des espèces terrestres dans les sables de Pont-Levoy tient, sans doute, à ce que jadis les cours d'eau — dont les embouchures se trouvaient dans ces parages — traversaient, avant d'atteindre la mer, des marais et des lagunes dans lesquels s'arrêtaient la plupart de leurs apports et que, par suite, les plages n'en recevaient qu'une faible proportion.

Dans la plupart des sablières les dépôts grossiers montrent que les plages étaient exposées aux flots, car les coquilles de taille moyenne y sont le plus souvent très roulées, il en résulte que les petites espèces fragiles ont disparu. Ce n'est heureusement pas le cas pour les sédiments fins du vallon de Charenton. Là, j'ai rencontré, dans le plus parfait état de conservation, les espèces les plus fragiles telles que celles appartenant aux genres *Escharella*, *Scissurella*, *Micromphalina*, *Gastrochæna*, *Pandora*, *Pholas*, *Cistella*, etc., et, avec ces formes marines, les coquilles les plus légères des faunes terrestre et fluviale. L'état de conservation des fossiles du vallon de Charenton est si parfait que les Foraminifères et les Bryozoaires, ces derniers surtout, s'y

1. Note présentée à la séance du 3 novembre 1919. — Voir : 1° Observations sur la stratigraphie et la paléontologie du Falunien de la Touraine. *B. S. G. F.*, (4), XV, 1915, p. 217, sq. — 2° Note sur les Mollusques Brachiopodes, etc. *Id.*, (4), XV, 1915, p. 260, sq. — 3° Observations sur les Auriculidés, etc. *Id.*, (4), XVI, 1916, p. 21, sq.

rencontrent en une abondance extrême, très rarement roulés, presque toujours d'une préservation parfaite.

Je cite bon nombre d'espèces déjà connues soit de la Touraine, soit de gisements plus éloignés du bassin de la Loire ; mais je décris aussi quantité d'espèces nouvelles dans l'Helvétien. On remarquera que la faune terrestre s'enrichit de plusieurs Héliciens et de Pupidés jusqu'alors inconnus, les *Pupa* et les *Vertigo* font pour la première fois leur apparition dans la liste des espèces tourangelles. Cependant, malgré de patientes recherches, je n'ai pas encore rencontré de *Clausiliidæ* dans ces sables, alors que cette famille est largement représentée dans les couches antérieures au Falunien et qu'on en rencontre des représentants dans les couches lacustres — leurs contemporaines (ou peu s'en faut) — de Sansan : *Cl. (Triptychia) Larteti* DUPUY, *Cl. (Triptychia) Barreri* BOURGUIGNAT. Cette lacune doit être plutôt attribuée à l'insuffisance de nos investigations, qu'à l'absence de ce groupe dans la faune terrestre du Falunien tourangeau ; car toutes les espèces dont je vais entretenir les lecteurs sont, de coutume, aussi bien dans les anciens temps que dans les faunes modernes, associées aux Clausilies dans leur *habitat*.

Testacellidæ

Les *Testacellidæ*, de même que les *Limacidæ*, vivants et fossiles, ont été, jusqu'à ce jour, l'objet d'études beaucoup moins approfondies que les autres groupes de Mollusques. Cela tient d'une part, à ce que les restes fossiles de ces familles sont d'une grande rareté, et d'autre part, à ce que ces animaux, à corps mou, ont moins appelé l'attention des chercheurs que les espèces munies d'une coquille externe. Il en est résulté que la liste des espèces actuellement connues, appartenant à ces familles est peu de chose par rapport au nombre important de celles qui ont vécu et vivent encore de nos jours. D'ailleurs, la détermination des espèces d'après la coquille seulement offre de très grandes difficultés. Car il n'est pas rare que deux animaux très dissemblables à première vue, tant par leur forme que par leurs couleurs et leur taille, portent des coquilles internes presque semblables. Il semble que c'est principalement dans la protoconque que se trouvent les caractères dont on peut faire usage en vue d'une classification. L'embryon présente une importance de premier ordre.

Genre *TESTACELLA* (CUVIER, 1800)

Ce genre est connu à l'état fossile de Vermès, près de Delsberg, dans le Jura bernois [*T. Zellii* (KLEIN)], de Mandillot, près de Dax, de Sansan (*T. Larteti* [DUPUY]), de Hauterive (*T. Deshayesi* [MICHAUD]) et nous le rencontrons aussi dans les faluns de la Touraine.

De nos jours, il est représenté par une vingtaine d'espèces actuelle-

ment connues appartenant presque toutes au bassin méditerranéen. Une seule espèce, *T. vagans* (HUTTON), sort de cet habitat et vit en Nouvelle-Zélande.

TESTACELLA PONTILEVIENSIS n. sp.

Gisement. — Vallon de Charenton près Pont-Levoy.

Dimensions. — Longueur : 7 mm. 70 ; largeur : 4 mm. ; épaisseur : 1 mm. 70.

Coquille à enroulement dextre, ovale, allongée, élargie et aplatie à sa partie postérieure, épaisse et terminée en pointe à son extrémité antérieure. Surface ornée de fines stries d'accroissement irrégulières. Protoconque globuleuse, lisse, saillante en dehors, séparée de la columelle par un sillon profond, orné de stries ondulées correspondant à la croissance, sommet presque aigu, spire à peine apparente. Ouverture très ample, formant, à elle seule, la presque totalité de la coquille, profonde, arrondie en avant, anguleuse à son extrémité postérieure. Bord externe, droit, tranchant. Bord columellaire arrondi, réfléchi, lisse. Impression musculaire en forme de croissant située près du bord postérieur.



FIG. 1. — *Testacella pontileviensis* n. sp.

A, B, C, agrandissement de $1 \times 3 \frac{1}{2}$. — D, E, agrandissement de 1×20 . — F, grandeur naturelle.

Observations. — Cette espèce diffère de *T. Larteti* DUPUY (*Journ. Conch.*, I, 1850, p. 302, pl. xv, f. 2) de Sansan, par l'acuité de son sommet, par la disposition anguleuse de l'extrémité de son bord postérieur, par la forme de sa protoconque ainsi que par l'épaississement de sa columelle.

L'espèce de Mandillot, sans être *T. Larteti*, ne saurait être confondue avec *T. pontileviensis*. Cette coquille est plus allongée, moins aplatie, et son sommet, plus obtus, montre nettement le premier tour de la protoconque, ce qui n'a pas lieu dans la coquille des faluns tourangeaux.

T. Deshayesi MICHAUD (*Coq. foss.*, p. 3, pl. v, fig. 10-11), de Hauterive, présente un sommet droit et allongé. La forme générale

de son ouverture est ovale et aussi large à la partie postérieure qu'à l'extrémité antérieure. *T. Zellii* KLEIN de l'Éocène supérieur est beaucoup plus bombée, et son sommet diffère entièrement de celui de *T. pontileviensis*.

Limacidæ¹

Genre *PARMACELLA* (CUVIER, 1805)

Nous ne connaissons jusqu'à ce jour que deux espèces fossiles de Parmacelles, celle de Pont-Levoy, qui est la plus ancienne, et *P. Sayni* (FONTANNES) du Miocène supérieur.

Le genre *Parmacellina* de Sandberger (*P. vitrinæformis*) qui appartient au groupe *Vitrina* de Draparnaud, semble être plus ancien que les Parmacelles ; car on le rencontre dès le niveau de Rilly (*V. Rillyensis* BOISSY).

Une vingtaine d'espèces vivantes sont aujourd'hui cataloguées. Elles habitent les parties chaudes et tempérées de l'ancien continent depuis l'Océan Atlantique jusqu'à l'Indus. Une espèce, cependant, vit en Australie (*P. australis* PFR.).

PARMACELLA PONTILEVIENSIS n. sp.

Gisement. — Vallon de Charenton près de Pont-Levoy.

Dimensions. — Longueur : 2 mm. 70 ; largeur : 1 mm. 75 ; épaisseur : 0 mm. 55.

Coquille dextre, ovale, arrondie, aplatie à sa partie postérieure, bombée à sa partie antérieure. Surface ornée de stries irrégulières d'accroissement. Ouverture très ample, occupant la presque totalité de la coquille. Bord externe tranchant, bord columellaire réfléchi. Embryonisse, oblique, protoconque ornée de fines stries longitudinales qui se continuent quelque peu dans l'âge adulte et disparaissent rapidement.

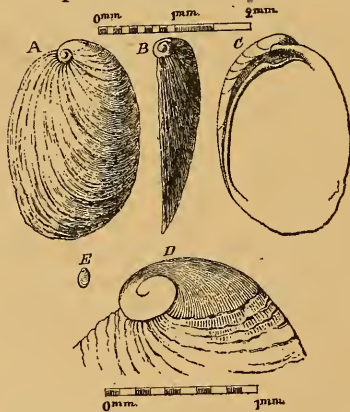


FIG. 2.—*Parmacella pontileviensis* n. sp. A, B, C; gr. 1×10. — D, protoconque; gr. 1×20. — E, gr. nat. (coll. de l'auteur.)

Observations. — Comme on peut le voir par les figurations très grossies des protoconques de *Testacella pontileviensis* et de

1. Dans ma note sur les faluns présentés à la Société le 15 mars 1915 (*Bull. Soc. géol. Fr.*, 1915, p. 223) je citais, entre autres genres terrestres de la faune de Touraine, *Homalonyx*. Cette détermination faite d'après un exemplaire mal conservé de cette petite coquille était erronée ; de nouveaux exemplaires m'ont permis de reporter cette espèce aux Limacidés.

Parmacella pontileviensis, ces deux coquilles ont une origine complètement différente. Le nucléus spiral de la seconde la range nettement dans les *Limacidae*, alors que la première appartient, sans conteste, aux *Testacellidae*. Ce n'est pas cependant sans réserves que nous rangeons *Parmacella pontileviensis* dans les Parmacelles *sensu stricto* ; car chez les individus vivants de ce genre, une lame calcaire, oblongue, analogue à une limacelle fait suite à la protoconque, tandis que dans notre espèce, l'enroulement de la spire, se poursuit régulièrement, bien qu'il soit très élargi.

ZONITES (MONTFORT, 1810)

Quand on ne dispose que de la coquille, comme c'est le cas pour toutes les espèces fossiles, il est pour ainsi dire impossible de séparer les *Zonites* des *Ariophanta* ; car ces derniers « sont, en somme, des coquilles d'*Helix* habitées par des animaux à pore muqueux comme les *Helicarion* et différant des *Zonites* par leur manteau prolongé en un lobe cervical, par les appendices polisseurs de la coquille, par leur orifice génital rapproché du grand tentacule, par leurs dents marginales de la radule bicuspidée » [P. Fischer, Manuel, p. 461]. C'est donc sous toutes les réserves que comportent les observations que nous venons de faire, que nous conserverons le nom de *Zonites*. Sandberger, dans son grand ouvrage, ne fait d'ailleurs pas mention du genre *Ariophanta*, bien que toutes les probabilités soient en faveur de son existence dans le Tertiaire, en même temps que vivaient les *Auriculidae* tropicaux.

Il y a lieu d'observer en effet que les *Zonites* actuellement vivants habitent aussi bien les pays chauds (*Z. euryomphalus* PFR. du Guatemala) que les régions tempérées (*Z. chloroticus* PFR. de Symrne) ou les contrées froides (*Z. ordinarius* E. SMITH de la Patagonie), tandis que les *Ariophanta* sont des Mollusques spéciaux aux tropiques, cantonnés principalement dans l'Asie méridionale et les îles de la Malaisie.

P. Carpenter (*Quart. Journ. Géol. Soc.*, XXIII, p. 331 Sq.) a proposé de ranger parmi les *Zonites* une coquille du terrain houiller de l'Amérique du Nord : *Zonites (Conulus) priscus* P. CARP. Mais cette assimilation paraît être fort douteuse. Les *Zonites-Ariophanta* semblent ne faire leur apparition certaine que dans les terrains tertiaires moyens seulement. On les rencontre dans les gisements de l'Éocène supérieur : *Z. (Ariophanta) oclusus* EDW. du Fayel, *Z. (Hyalinia) d'Urbani* (EDWARDS) de Headon hill, Sconce, *Z. (Hyalinia) Voltzii* DESH. de Buxweiller en Alsace — et ils se continuent jusqu'à nos jours où l'on compte une quarantaine d'espèces de *Zonites* (*s. s.*), plus de 500 *Hyalinia* et non moins d'*Ariophanta*.

ZONITES UMBILICALIS [DESHAYES in LAMARCK].

Helix. Anim. s. vert., 2^e édit., t. VIII, p. 140.

1837. *Helix algira* DUJARDIN. Mém. Soc. géol. de France, t. II, 2^e partie, p. 275.

D'après Sandberger (Conch. vorw., p. 533) :

1855. *Helix Collongeoni* MICHAUD. Descr. coq. foss. de Hauterive, p. 6, pl. IV, f. 2 ne serait autre que *Z. umbilicalis* DESH.

Gisements. — Pont-Levoy, Manthelan.

Dimensions. — Hauteur ; 18 mm. 5 ; diamètre : 28 mm.

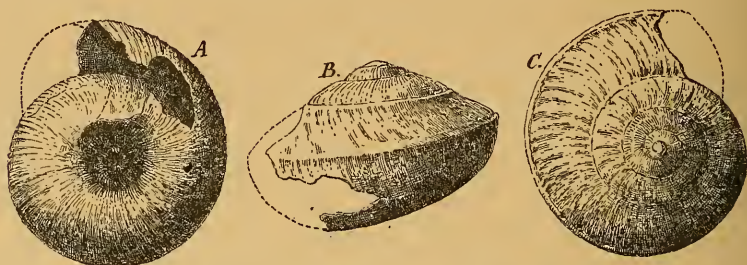


FIG. 3. — *Zonites umbilicalis* DESHAYES.
Gr. nat. — Vallon de Charenton (coll. de l'auteur).

Genre *PATULA* HELD, 1837

PATULA PONTILEVIENSIS n. sp.

Gisement — Vallon de Charenton près de Pont-Levoy.



FIG. 4. — *Patula pontileviensis* n. sp.
Gr. $\times 6$. — Vallon de Charenton (coll. de l'auteur).

Coquille solide, lenticulaire, largement ombiliquée, composée de cinq tours de spire régulièrement enroulés, le dernier étant à peine plus grand que l'avant-dernier. Suture profonde, sommet très aplati. Spire arrondie. Ouverture héli-circulaire. Péristome droit, tranchant. Surface ornée de côtes très accentuées, serrées, partant de l'ombilic et s'arrêtant à la suture, ne commençant à se montrer qu'à partir du premier tour. Coquille embryonnaire lisse, globuleuse.

Observations. — Cette espèce, voisine des *Patula* vivants se distingue de *P. rotundata* [MÜLLER] par l'aplatissement de son sommet et par le renflement de sa spire. Elle diffère de *P. euglyphoides* SANDBERGER (de Steinheim, Altheim, etc.), par son ornementation plus fine ; de *P. supracostata* SANDBERGER (de Mörsingen, Undorf, etc.) par le prolongement de ses côtes jusqu'à l'ombilic ; de *P. solaroides* BRAUN (Steinheim) par sa taille, le peu de croissance de sa spire et la finesse de son ornementation ; de *P. multicostata* THOMÆ (de Wiesbaden et de la côte Saint-Martin, près d'Étampes) par l'aplatissement de sa spire et la forme de son ouverture qui est moins circulaire.

Helicidæ

Genre *HELIX* (LINNÉ, 1758)

Sous-genre *COCHULEA* (H. et A. ADAMS, 1865)

Ce groupe, peu nombreux aujourd'hui, est représenté principalement aux Iles du Cap-Vert et aux Canaries.

HELIX (COCHULEA) ASPERULA (DESHAYES).

1839. *H. Larteti*. BOISSY. *Rev. zool.*, p. 75. 1844. *Mag. zool.*, p. 13, pl. LXXXIX, fig. 7-9.
 1862. *H. extincta* RAMBUR. *Journ. Conch.*, p. 172, pl. v, fig. 4-7.
H. turonensis. HOERNES, *Foss. moll. Wien Tert. Beck.*, I, p. 613, pl. XLIX, fig. 28.
H. Devauxi. DESHAYES.
H. vermicularis. BRUGNIÈRE.

Gisements. — Pont-Levoy, Thenay, Manthelan, Paulmy, Ferrière-Larçon.

Dimensions. — Hauteur : 30 mm. ; diamètre : 41 mm. 5.

Observations. — Cette coquille, abondante dans les faluns de la Touraine, est extrêmement variable de forme et de dimensions, et toutes ces variétés passant insensiblement de l'une à l'autre il est impossible de les séparer en espèces distinctes. Ces variations sont vraisemblablement dues aux différences d'habitats dans lesquels ces Mollusques ont vécu. Apportées sur les plages par des rivières descendant du Massif Central de la France, ces coquilles provenaient de milieux très divers par l'altitude, la fertilité ou l'aridité, l'humidité ou la sécheresse. On trouve donc aujourd'hui réunies dans les sables faluniens toutes les formes et toutes les tailles que cette espèce était susceptible de prendre.

Sur les plages méridionales de la Mer Caspienne nous avons

constaté la présence de toutes les variétés des diverses espèces d'*Helix* dont nous avons noté l'existence dans les divers districts du Ghilân et du Mazandérân, entre 2 000 m. d'altitude et le niveau de la mer. Ces formes, comme chez *Helix asperula*, diffèrent parfois à tel point qu'on serait tenté de les séparer, si les intermédiaires ne venaient les réunir entre elles et au type de l'espèce.

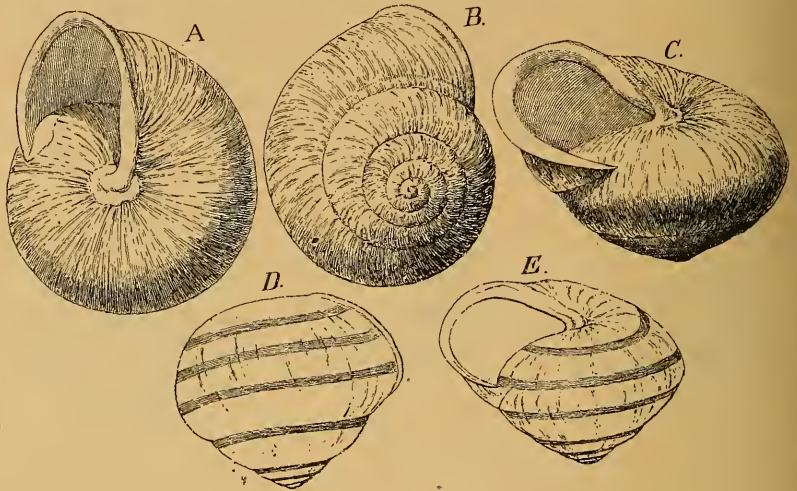


FIG. 5. — *Helix (Cochlea) asperula* DESHAYES.
A, B, C. — D, E, coloration. — Gr. nat. — Pont-Levoy (coll. de l'auteur).

Sous-genre *MONACHA*

HELIX (MONACHA) PHASEOLINA DESHAYES in FÉRUSSAC

1870. *H. ligeriana* MAYER in SANDBERGER, *Cônch. vorw.*, p. 531, pl. xxvi, fig. 21.

1837. *H. Rebouli* DUJARDIN. *Mém. Soc. géol. de France*, t. II, 2^e partie, p. 276.

Dimensions. — Diamètre : 9 mm. ; hauteur : 7 mm.

Gisements. — Pont-Levoy, Paulmy. Rare et presque toujours brisée.

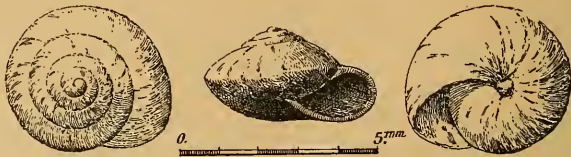


FIG. 6. — *Helix (Monacha) phaseolina* DESHAYES.
Gr. $\times 5$. — Pont-Levoy (vallon de Charenton) (coll. de l'auteur).

HELIX (Chloræa) sp.

Dimensions. — Diamètre : 8 mm. ; hauteur inconnue.

Gisement. — Pont-Levoy (vallon de Charenton).

Espèce connue par trois fragments montrant la disposition de l'ouverture, la section de la spire et l'ornementation extérieure. Coquille non ombiliquée, surface ornée de côtes fines, régulières et régulièrement espacées, spire très aplatie, ouverture très allongée, droite. Péristomie réfléchi, précédé d'une contraction de la spire formant un sillon profond.

Observations. — Cette coquille que nous ne connaissons pas encore complète et à laquelle, par suite, il ne convient pas de donner un nom spécifique, appartient au groupe de *H. restricta* PFEIFFER (= *constricta* MÖRCH).

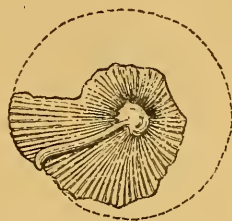


FIG. 7— *Helix (Chloræa) sp.* — Gr. $\times 4$ (coll. de l'auteur)

Sous-genre *ANCHISTOMA* (H. et A. ADAMS, 1859).

Section *STROBILA* (MORSE), 1864, *non* ANTON, 1839

Cette forme semble débiter dans l'Éocène supérieur : *St. monile* [DESH.], Auvers. *St. pseudolabyrinthica* [SANDB.], Headon hill. On la retrouve dans le Miocène inférieur : *S. elasmodontia* [REUSS], Tucherie, *St. diptyx* [BETTGER], Hochheim]. Nous la rencontrons dans le Falunien de la Touraine, on la voit à Hauterive et à Celleneuve : *St. labyrinthica* [MICHAUD] et elle existe encore de nos jours très disséminée de par le monde : *St. Hubbardi* [BROWN], Inde. *St. labyrinthica* [SAV], Pensylvanie. *St. leioda* [HUTTON], Nouvelle-Zélande.

HELIX [ANCHISTOMA (STROBILA)] LA-BASSETIÈRE n. sp.

Gisement. — Charenton près de Pont-Levoy (extrêmement rare. Deux exemplaires seulement. Coll. de l'auteur).

Dimensions. — Diamètre : 1 mm. 65 ; hauteur : 1 mm. 40.

Coquille solide, globuleuse, légèrement ombiliquée, composée de cinq tours de spire très renflés, le dernier occupant plus de la moitié de la hauteur totale de la coquille. Sommet élevé, obtus, surface ornée de stries d'accroissement irrégulières et fines.



FIG. 8.— *Strobila La Bassetieri* n. sp.
Gr. $\times 30$.

Ouverture oblique, hémicirculaire, ornée de deux dents très saillantes, profondes sur le bord columellaire. Bord externalisse, péristome réfléchi en un fort bourrelet.

Observations. — Cette espèce se sépare des *Strobila* vivants qui ne portent qu'une seule dent à la paroi columellaire de l'ouverture, de même que *St. pseudolabyrinthica* SANDBERGER (de Headon Hill) et *St. uniplicata* A. BRAUN (de Hochheim et de Bohême); mais elle se rapproche de *St. monile* DESHAYES (d'Auvers) coquille ornée de grosses côtes et plus encore de *St. elasmodonta* REUSS (de Tucharic en Bohême), espèce lisse, aux spires plus arrondies surtout dans les premiers tours. *St. labyrinthica* MICHAUD (de Hauterive et de Calleneuve) est ornée de côtes fines et ne peut être confondue avec *St. La Bassetieri*.

Bulimidæ

BULIMULUS (*DRYMÆUS* ?) *PONTILEVIENSIS* n. sp.

Sous-genre habitant aujourd'hui l'Amérique centrale (Mexique, Équateur) et le Nord de l'Amérique du Sud (Brésil, Pérou, Nouvelle-Grenade, Bolivie, etc.) et représenté par plus de cent vingt espèces.

Gisement. — Pont-Levoy (vallée de Charenton), un seul exemplaire.

Dimensions. — Hauteur : 5 mm. 5 ; diamètre : 2 mm.

Coquille petite, très fragile, d'aspect vitreux, composée de six tours de spire dont les cinq premiers aplatis n'augmentent que très lentement de diamètre, donnant au sommet de la coquille une apparence cylindrique. Dernier tour très renflé, arrondi, couverture allongée,

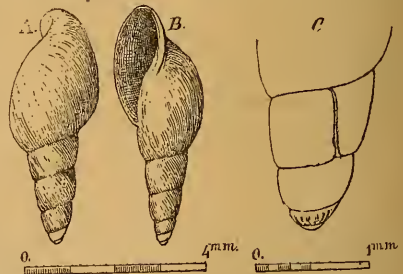


FIG. 9.— *Drymæus* (?) *pontileviensis* n. sp.
Grossissement : A, B, $\times 6$; C, $\times 15$
(coll. de l'auteur).

elliptique. Péristome droit, tranchant, bord columellaire légèrement réfléchi. Protoconque ornée de petites côtes transversales dans le second tour seulement et de lignes d'accroissement très espacées dans les tours suivants. Surface de la coquille lisse et brillante.

Pupidæ

Genre *PUPA* DRAPARNAUD, 1805

Le genre *Pupa* se rencontre dès les terrains houillers de l'Amérique septentrionale : *P. (Dendropupa) vetusta* DAWSON. Son histoire se perd ensuite jusqu'à la fin de la période secondaire. Il apparaît de nouveau dans les couches tertiaires où il est très largement représenté (Rilly, Sézanne, Jonchery, Ay, etc.) et son existence se poursuit jusqu'aux temps modernes. On compte plus de cinq cents espèces aujourd'hui connues, réparties entre de nombreuses divisions, vivant dans toutes les parties du monde. L'habitat des Pupidés est extrêmement variable.

MM. G. Dollfus et Ph. Dautzenberg ont, en 1886, signalé l'existence de ce genre dans la faune falunienne de la Touraine et avaient proposé, pour l'espèce dont ils avaient eu connaissance, le nom *P. Langlassei*, se réservant d'en donner ultérieurement la description et la figuration. Mais, depuis cette époque, la coquille que ces auteurs avaient pris pour type ayant disparu, ils ont été d'avis que cette espèce ne doit pas être maintenue. Afin de ne pas créer une confusion, nous laisserons donc tomber le nom spécifique *Langlassei*.

Nous connaissons à l'heure actuelle dans les faluns de Touraine deux espèces seulement de *Pupa*, appartenant toutes deux au sous-genre *Pupilla*, et quatre espèces de *Vertigo*.

Le groupe *Pupilla* se rencontre en Europe occidentale et centrale, en Transcaucasie, en Perse, dans toute l'Asie antérieure, aux Indes, en Chine, en Nouvelle-Calédonie, au Brésil, à la Jamaïque, etc. Sa présence à Pont-Levoy ne présente donc aucune valeur au point de vue de la détermination du climat dont jouissait la Touraine à l'époque de la mer falunienne.

PUPA (PUPILLA) MARLE n. sp.

Gisement. — Pont-Levoy (sablière du vallon de Charenton).

Dimensions. — Hauteur : 4 mm. ; diamètre : 1 mm. 75.

Coquille fusiforme, allongée, pourvue d'une petite fente ombilicale, presque entièrement recouverte par l'épaississement du bord columellaire de l'ouverture, composée de sept tours de spire convexes, à croissance assez rapide, l'avant-dernier tour étant plus convexe que les précédents et le dernier occupant le quart environ de la hauteur totale. Sommet aigu, suture pro-

fonde. Surface ornée de fines stries d'accroissement. Ouverture oblique, hémicirculaire, échancrée, ornée de trois denticulations, l'une au sommet, allongée, laissant un sillon profond entre elle et le labre, une autre, pariétale, très saillante, lamelliforme,

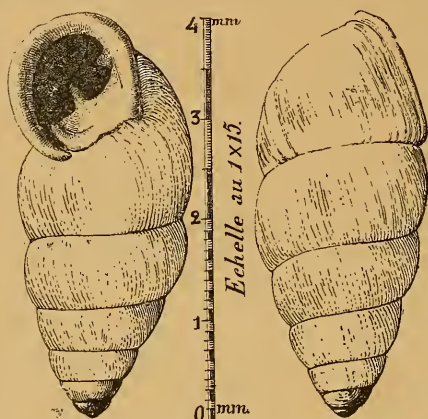


FIG. 10. — Pupa (*Pupilla*) *Mariae* n. sp. — Gr. $\times 15$
(Coll. de l'auteur).

iraticiana DUPUY, de Sansan¹. Elle en diffère par sa forme plus allongée, par son extrémité initiale plus aiguë, par la présence de trois dents à l'ouverture du côté columellaire et par le manque de plis au côté externe.

PUPA (PUPILLA)
CAPITANI n. sp.

Gisement. — Pont-Levoy (sablère de Charenton).

Dimensions. — Hauteur: 2 mm. 30; diamètre: 1 mm. 20.

Coquille cylindro-conique, perforée, composée de cinq tours et demi de spire arrondis. Sommet obtus.

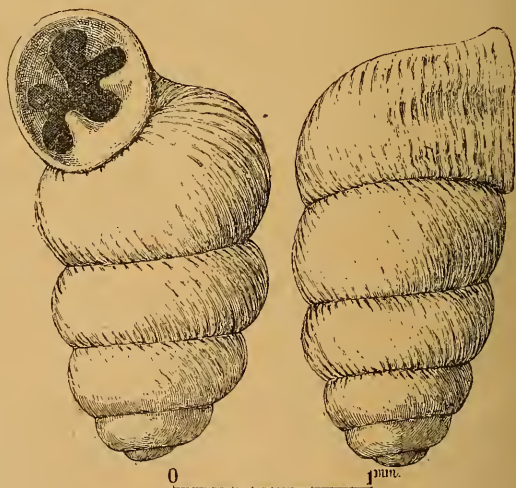


FIG. 11. — Pupa (*Pupilla*) *Capitani* n. sp.
Gr. $\times 30$ (coll. de l'auteur).

1. DUPUY. Descr. de quelques coq. foss. de Sansan. *Journ. de Conch.*, 1850, p. 310, pl. xv, fig. 7 (mauvaise). — BOURGUIGNAT. Sansan, p. 65, pl. III, fig. 82-85.

Croissance des tours assez rapide, le dernier tour étant égal au quart de la hauteur totale de la coquille. Suture profonde. Surface finement costulée par les lignes de croissance. Ouverture droite, circulaire, évasée, ornée de cinq dents profondes presque égales, dont une sur la paroi columellaire, une terminant la columelle et trois sur la paroi extérieure. Péristome rétréci.

Observations. — Cette espèce, très différente de la précédente, se rattache, par sa forme générale au groupe de *P. muscorum* LINNÉ; mais s'éloigne de cette espèce par l'ornementation de son ouverture. Elle diffère, pour la même raison, de *P. impressa* SANDBERGER, et de *P. cryptodus* BRAUN, de Hochheim.

Cette forme semble faire son apparition dans le Miocène inférieur.

Genre *VERTIGO* MÜLLER, 1774

On a signalé une coquille du Lias (*V. (?) Murchisoni* MOORE) comme appartenant peut-être à ce genre; mais l'existence des *Vertigo* n'est certaine qu'à partir de l'époque tertiaire. Ce genre est actuellement représenté par cent vingt-cinq espèces connues, pour le moins, vivant aussi bien dans les régions froides (*V. arctica* WALLB.) de la Sibérie, jusque dans l'Alaska (*V. krauseana* REINH) que sous les tropiques: *V. Dunkeri* ZEEB. de Tahiti, *V. Malayana* ISSEL, de Bornéo. La distribution des *Vertigo* est universelle.

VERTIGO PONTILEVIENSIS n. sp.

Gisement. — Pont-Levoy (sablière du vallon de Charenton).

Dimensions. —

Hauteur: 2 mm.;

diamètre: 1 mm. 20.

Forme globuleuse.

Hauteur: 1 mm. 90;

diamètre: 0 mm. 95.

Forme allongée.

Coquille dextre, globuleuse, ventrue, perforée, composée de quatre tours et demi de spire arrondis; le dernier tour égalant environ le tiers de la hauteur totale de la coquille

Sommet obtus. Surface ornée de fines côtes équidistantes. Suture

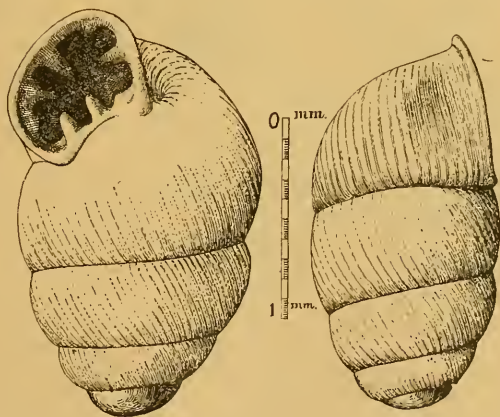
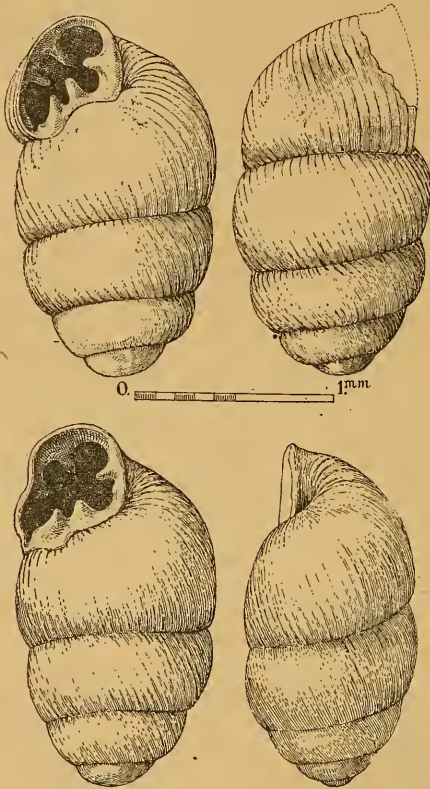


FIG. 12. — *Vertigo pontileviensis* n. sp. — Gr. $\times 27$.
(Coll. de l'auteur).

profonde. Ouverture oblique, ovale, ornée de huit dents dont trois situées au bord columellaire et cinq au labre. Des trois dents columellaires, deux, très fortes, saillantes, aiguës, occupent la



partie médiane de la courbure du tour précédent et la troisième, placée à l'extrémité de la columelle est large et peu saillante. Du côté externe, deux dents principales, très fortes, tranchantes, profondes, occupent le milieu. Elles sont accompagnées, de chaque côté, par une dent moins épaisse et peu saillante, alors que la huitième dent, située au-dessus de la columelle, est grande et tranchante. Péristome réfléchi, fortement épaissi à l'intérieur. Surface externe du dernier tour, près de l'ouverture, fortement déprimée par la présence des dents internes principales.

Observations. — Par sa forme générale, ainsi que par la disposition de son ouverture, cette espèce se rapproche de *V. Chydæa* BOURGIGNAT (Sansan, p. 77, pl. IV, fig. 104-107); mais cette

dernière coquille ne présente que six dents à l'ouverture. Il en est de même pour *V. myrmido* MICHAUD (Coq. foss., p. 15, pl. V, fig. 14-15) de Hauterive qui, tout en étant très voisine de *V. pontileviensis*, ne porte elle aussi que six dents à l'ouverture.

VERTIGO TURONICA n. sp.

Gisement. — Sablière du vallon de Charenton près Pont-Levoy.

Dimensions. — Hauteur : 1 mm. 80 ; diamètre : 1 mm.

Coquille dextre, globuleuse, légèrement allongée, perforée, composée de 4-5 tours de spire très arrondis, suture profonde. Sommet obtus. Surface ornée de côtes fines régulièrement espa-

cées. Ouverture très légèrement oblique, irrégulièrement ovale, arrondie à sa partie inférieure, plus ou moins comprimée à l'extérieur, ornée de cinq dents principales dont trois au côté columellaire et deux au bord externe. Vers la suture un sillon mince et étroit limite le côté externe, il est accompagné d'une petite dent à peine perceptible, qui parfois se joint à la grande dent voisine sur le bord columellaire. Les deux dents principales, saillantes, aiguës, occupent la partie médiane de la convexité de l'avant-dernier tour. La columelle se termine par une forte dent, oblique, parfois accompagnée d'une petite dent secondaire située en face de la perforation. Les deux dents du bord externe sont fortes, tranchantes, profondes. Péristome très légèrement réfléchi, épaissi.

Observations. — Moins globuleuse que *V. pontileviensis*, cette coquille s'en distingue par l'ornementation de son ouverture. Elle se rapproche de quelques-unes des formes de Hauterive et de Sansan, mais ne saurait leur être assimilée.

VERTIGO DOUVILLEI n. sp.

Gisement. — Pont-Levoy (sablère du vallon de Charenton).

Dimensions. — Hauteur : 1 mm. 60 ; diamètre : 1 mm.

Coquille dextre, globuleuse, ventrue, pourvue d'une fente ombilicale perforée, composée de 4 1/2 à 5 tours de spire très arrondis, sommet obtus, suture profonde. Dernier tour occupant le tiers environ de la hauteur totale. S face finement et régulièrement costulée. Ouverture à

peine oblique, ovale, irrégulière, épaissie à l'intérieur. Bord columellaire muni de trois dents, celle de gauche étant épaisse et courte, celle du centre, longue et aiguë et celle de droite fine et courte. Columelle terminée par une forte dent oblique, suivie d'une autre beaucoup plus petite. Bord externe épaissi de manière très irrégulière, une dent bifide est voisine de la suture, puis, vers

le milieu une dent très large, triple, s'avance jusqu'au milieu de l'ouverture, elle est suivie d'un sinus profond la séparant d'une dernière dent droite, longue, très saillante. Péristome non réfléchi.

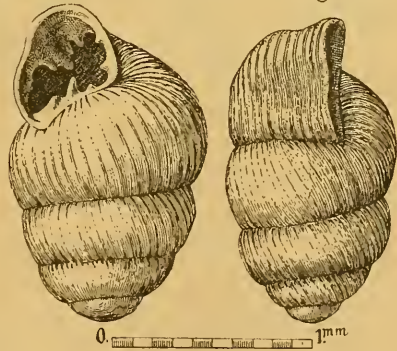


FIG. 14.—*Vertigo Douvillei n. sp.* — Gr. $\times 27$
(coll. de l'auteur).

Observations. — Nous ne connaissons aucune coquille qui puisse être comparée à cette espèce si nettement caractérisée par la denticulation interne de son ouverture.

VERTIGO ROBERTI n. sp.

Gisement. — Pont-Levoy (sablière du vallon de Charenton).

Dimensions. — Hauteur : 2 mm. 05 ; diamètre : 1 mm. 07.

Coquille dextre, légèrement allongée, pourvue d'une fente ombilicale perforée, composée de 5 1/2 tours de spire arrondis, ventrus, le dernier occupant le tiers de la hauteur totale. Suture profonde, surface ornée de fines stries d'accroissement irrégulières. Sommet très obtus. Ouverture triangulaire aux angles arrondis, épaissie à l'intérieur, ornée de neuf dents plus ou moins fortes, deux de ces dents sont situées sur le bord columellaire, la première, voisine de la suture, très forte, composée de trois dents

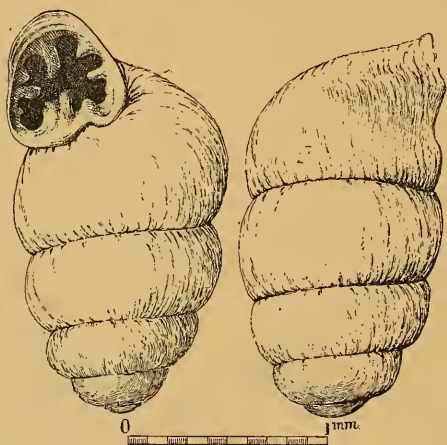


FIG. 15. — *Vertigo Roberti* n. sp. — Gr. $\times 27$
(coll. de l'auteur).

soudées, la seconde large, obtuse, correspondant à la division du péristome en deux lobes. La columelle se termine par une dent oblique très forte précédée d'une petite dent très aplatie. Le bord externe très épaissi à l'intérieur porte un premier groupe, près de la suture, composé d'une forte dent très saillante flanquée de deux autres plus petites; puis vient une très forte dent longue, dirigée dans le sens de l'axe de la coquille et enfin une dent obtuse occupant le milieu entre cette dernière dent et la grande dent columellaire. Péristome non réfléchi, épais.

Espèce dédiée à la mémoire du paléontologiste Robert Douvillé.

Observations. — Comme *V. Douvillei*, *V. Roberti*, semble être très spéciale. Les caractères de ces deux espèces diffèrent entièrement, on retrouve cependant la même dent composée de trois plis soudés. Mais alors que dans la première, ce groupe est situé au bord externe, il est — chez *V. Roberti* — placé sur la paroi columellaire.

On remarquera que les quatre espèces de *Vertigo* qui viennent d'être décrites présentent un enroulement dextre et que cette particularité se rencontre également dans la faune de Sansan où, sur 23 espèces signalées par Bourguignat, une seule est sénestre. Dans la faune actuelle les espèces sénestres, au contraire, semblent être plus nombreuses que les formes dextres.

Genre *ANCYLUS* (GEOFFROY, 1767)

ANCYLUS PONTILEVIENSIS n. sp.

Gisement. — Pont-Levoy (sablière du vallon de Charenton).
Coll. de l'auteur.

Dimensions. — Longueur : 2 mm. 75 ; largeur : 1 mm. 90 ; hauteur : 0 mm. 90.

Coquille mince, patelliforme, bombée, sommet postérieur, légèrement incliné vers la droite, surface ornée de lignes assez régulières d'accroissement et de stries convergeant vers le sommet. Ouverture simple, ovale, à bord mince, ininterrompu, tranchant. Coquille embryonnaire sphérique, premiers tours lisses, arrondis, hélicoïdaux.

Observations. — Cette espèce diffère d'*A. fluviatilis* [MÜLLER] par l'obliquité de son sommet qui est beaucoup plus prononcée, d'*A. Dutemplei* DESHAYES (de Boursault) par sa forme moins évasée et par l'ornementation de sa surface, d'*A.*

Matheroni BOISSY (de Rilly et du Mont Bernon) parce que

cette dernière espèce est beaucoup plus carrée et trapue, d'*A. deperditus* DESMAREST, espèce fréquente dans le Miocène supérieur de l'Allemagne, parce que le sommet de cette coquille plus obtus est situé dans son axe et que la forme générale en est plus trapue. *A. decussatus* REUSS (de Tucharic en Bohême), ornée de fines stries radiantés, multiples, s'éloigne d'*A. pontileviensis* par son sommet situé dans l'axe et par son élargissement du bord postérieur, alors que le bord antérieur est fortement contracté.

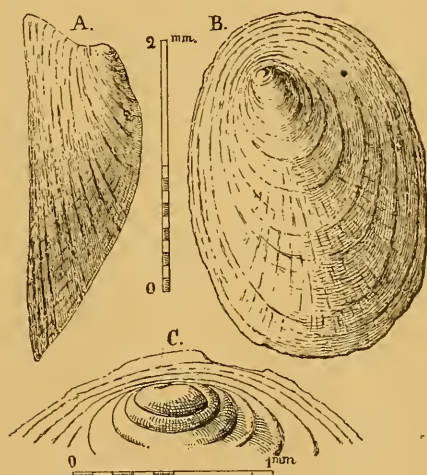


FIG. 16. — *Ancyclus pontileviensis* n. sp.
A, B, gr. $\times 18$. — C, protoconque, gr. $\times 27$

CYCLOSTOMUS TURGIDUS [MAYER]

1874. MAYER in SANDBERGER. Land und süßwasser conch. der Vorwelt (1870-1875), p. 534, pl. xxvi. fig. 22.

1886. DOLLFUS et DAUTZENBERG (liste).

Gisement. — Manthelan (Sandberger).

Cette espèce est d'une très grande rareté.

CYCLOSTOMUS sp.

Je n'ai pas rencontré cette dernière espèce dans les faluns de Pont-Levoy, par contre j'ai trouvé bon nombre de fragments d'une coquille qui ne peut être assimilée à *Cyclostomus turgidus*. Le sommet de cette espèce indique une forme beaucoup plus allongée. L'ouverture est moins grande et plus circulaire que dans l'espèce de Mayer, la spire est très détachée. L'ornementation de la surface est simplement composée de côtes longitudinales fines et irrégulières, recoupées de loin en loin par des stries d'accroissement. L'opercule est semblable à celui de tous les Cyclostomes de ce groupe.

Gisement. — Moulin de Charenton, près Pont-Levoy.

Genre *CISTULA* GRAY, 1850Sous-genre *TUDORA* GRAY, 1850*TUDORA SEPULTA* RAMBUR

1862. RAMBUR. *Journal de Conchyliologie*, p. 179, pl. viii fig. 7-8 (Cycl.).
1870-75. SANDBERGER. Land u. Süßwasser conch. d. Vorwelt, p. 534.

Gisement. — Manthelan (*vide* Mayer).

La faune des eaux douces et saumâtres est également assez nombreuse dans les faluns tourangeaux, elle est représentée par les Limnéides, assez rares, les Planorbidés, peu communs, une grande *Melania*, un *Melanopsis*, une *Bayania*, de nombreuses *Bithinella*, une *Amnicola*, une *Stalivia*, deux *Nystia* et une Valvée. Quelques-unes de ces espèces ont été publiées, d'autres ont été simplement nommées sans description ni figure (G. DOLLFUS et PH. DAUTZENBERG., 1886. *Feuille des jeunes naturalistes*), enfin il en est de complètement inédites, dont nous donnons la description et la reproduction. Quant aux espèces anciennement

publiées ou simplement nommées elles doivent faire l'objet d'une revision complète, car les assimilations proposées sont le plus souvent douteuses.

Genre *LIMNÆA* LAMARCK, 1801

LIMNÆA DILATATA NOULET

1854. NOULET. Mém. coq. foss., p. 107, 1^{re} édit.

1868. *Id.* *L. pachygaster* var. *dilatatus*. *Id.*, 2^e édit., p. 168.

1864. DESHAYES. Descr. anim. sans vertèb. (2^e édit.), II, p. 704. Atlas II, pl. XLV, f. 3-4.

1870-1875. SANDBERGER. Land und Süßwasser conch. d. Vorwelt, p. 523, pl. XXVIII, f. 24.

1881. J. R. BOURGUIGNAT. Sansan, p. 112, fig. 193.

Gisement. — Manthelan (*vide* Mayer). Pont-Levoy.

Dimensions. — Hauteur : 38 mm. ; diamètre : 22 mm.

Genre *PLANORBIS* GUETTARD, 1756

PLANORBIS NAUTILEUS LINNÉ, var. *CRISTATUS*

1880. SANDBERGER. Beitr. z. k. der unterpléistocänen Schichten Englands, p. 648, 713, 755, 782, 819, 839, pl. xxxv, fig. 10.

1900. IVOLAS et PEYROT. Actes de la Soc. linéenne de Bordeaux, vol. LV, 6^e série, t. V, p. 103.

Gisement. — Ferrière-Larçon (*vide* Ivolas et Peyrot, unique).

PLANORBIS INCRASSATUS RAMBUR

1862. RAMBUR. Journ. de Conchyl., p. 177, fig. 3-4.

SANDBERGER (1870-1875 *in* Land u. Süßw. conch. d. Vorwelt, p. 524, pl. XXVI, fig. 16) considère cette espèce comme synonyme de *Planorbis cornu* BRONGNIART ; mais d'après un spécimen de Manthelan, un peu mutilé, que me communique M. Cossmann et que j'ai reproduit ci-contre, c'est plutôt à *P. corneus* POIRET qu'il faudrait comparer cette espèce qui est d'ailleurs encore plus élevée par rapport à son diamètre : elle est presque également ombiliquée sur ses deux faces.

Gisements. — Manthelan, coll. Cossmann, Pont-Levoy (*vide* SANDBERGER). Vallon de Charenton (coll. de l'auteur).



FIG. 17. — *Planorbis incrassatus* RAMBUR. — Gr. $\times 3$. — Vallon de Charenton.

PLANORBIS THIOLLIEREI MICHAUD

- Pl. Thiollieri* MICHAUD. Coq. foss., p. 22, pl. iv, fig. 9-11.
 1862. *Pl. affinis* MICHAUD. Journ. Conch., p. 79, p. iv, fig. 13.
 1878-1875. *Pl. (Helisoma) Thiollieri* SANDBERGER. Land. u. Süßwasser-
 conchylien. d. Vorwelt., p. 711, pl. xxvii, fig. 6.

Petite espèce assez aplatie, subanguleuse à la périphérie, à peu près également excavée sur ses deux faces, d'après un spécimen de Manthelan que me communique M. Cossmann et que j'ai reproduit ci-contre. Comparé à *P. declivis* BRAUN, *P. Thiollieri* a les tours plus larges, les deux faces excavées, l'ouverture moins quadrangulaire, parce que sa périphérie subanguleuse est située plus au milieu.

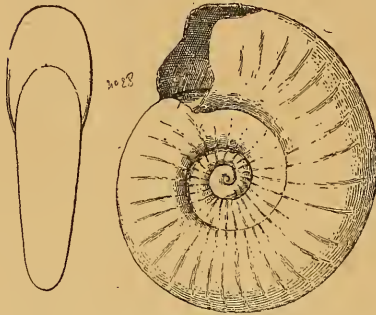


FIG. 18. — *Planorbis Thiollieri* MICHAUD.
 Gr. $\times 11$. — Vallon de Charenton.

Gisements. — Pont-Levoy (fide MAYER), Hauterive (fide MICHAUD), Manthelan (coll. Cossmann). Vallon de Charenton (coll. de l'auteur).

MELANIA (MELANOIDES) AQUITANICA NOULET

1836. *Melania inquinata* BOUILL. Cat. Moll. Au^v., p. 252 (non DEFR.).
 1846. — *aquitana* NOULET. Mém. Ac. Toul., 3^e sér., t. II, p. 220, pl. 1, fig. 1-2.
 1851. — — LARTET. Note coll. Sansan, p. 45.
 1855. — — PICTET. Traité Pal., t. III, p. 55.
 1855. — — RAULIN. Actes Acad. Bord., p. 390.
 1861. — — NOULET. Rép. corps organ. SO, pp. 36, 42.
 1866. — — TOURN. B. S. G. F. Réunion extr. Bayonne, p. 43.
 1867. — *Escheri* NOULET. Foss. eau douce S-O, p. 239 (non BRONGN.).
 1873. — — BENOIST. Cat. Sauc., p. 110, n^o 324.
 1878. — *aquitana* H. DOUV. Tert. Blésois. B. S. G. F., (3), t. VII, p. 52.
 1880. — *Escheri* TOURN. B. S. G. F., (3), t. VIII, p. 247 (non BR.).
 1881. — *aquitana* LEYM. Descr. géol. Haute-Garonne, pp. 135, 838.
 1881. — — BOURGUIGNAT. Hist. mal. Sansan, p. 150, pl. viii, fig. 300-301.
 1890. — — RAULIN. Succ. Moll. eau douce Aq., p. 53.
 1909. — — G. DOLLF. Essai Aquit., IV, p. 97, pl. iii, fig. 3.
 1919. — — COSSM. et PEYR. Conch. néog. Aquit., t. III, p. 683, pl. xvii, fig. 98-99.

Gisement. — Pont-Levoy.

Observations. — Conformément aux conclusions de M. Dollfus, il a été établi tout récemment, par MM. Cossmann et Peyrot, que la dénomination *aquitanica* doit s'appliquer aux spécimens de l'Aquitaine, ainsi qu'à ceux du Burdigalien de l'Orléanais et de l'Helvétien de la Touraine, tandis que le véritable *M. Escheri* BRONGN. est une forme plus turriculée, ornée de côtes plus nombreuses, à peu près aussi larges que leurs intervalles, avec des filets spiraux, plus rapprochés que ceux de *M. inquinata* s. sp. ; la dépression suprasaturale est faible jusque sur les dernier tours de *M. Escheri*, au lieu de l'angle qui apparaît à la fin de la croissance de *M. aquitanica*. *M. Escheri* n'existe d'ailleurs que dans le Miocène supérieur de la Suisse et du Danube : M. Dollfus en a publié d'excellentes figures (*l. c.*, pl. III, fig. 2 ; et pl. IV, fig. 6-9). Notre spécimen de Pont-Levoy est un des meilleurs que l'on connaisse de *M. aquitanica*.



FIG. 19. — *Melania aquitanica* NOULET. Gr. nat. Vallon de Charenton.

Genre *MELANOPSIS* FÉRUSSAC père, 1807

Ce genre, dont les premiers représentants connus datent de la période crétacée supérieure, est aujourd'hui répandu dans les pays de climat chaud (Espagne, Afrique du Nord, Asie-Mineure, Nouvelle-Calédonie, Nouvelle-Zélande, Mésopotamie, etc.).

MELANOPSIS GLANDICULA SANDBERGER

1870-1875. SANDBERGER. Land und Süßwasser-conchylien der Vorwelt, p. 520, pl. XXVI, fig. 3.

Gisement. — Pont-Levoy.

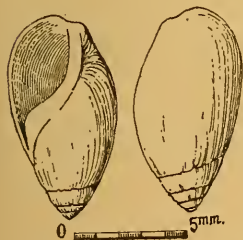


FIG. 20. — *Melanopsis glandicula* SANDBERGER. — Gr. $\times 3$. — Vallon de Charenton.

Dimensions. — Hauteur : 9 mm. ; diamètre : 4 mm. 75.

Observations. — Beaucoup plus ventrue que *M. olivula* GRAT., du Burdigalien de Dax, l'espèce de Touraine s'en distingue, en outre, par son dernier tour beaucoup plus élevé encore, par son échancrure antérieure moins profonde, par son labre non sinueux, par sa columelle non infléchie en avant. Quant à *M. aquensis* GRAT. c'est une coquille beaucoup plus effilée, qui appartient à un tout autre phylum.

Hydrobiidæ

Genre *HYDROBIA* HARTM., 1821

(V. Conchol. néog. Aquit., COSSM. et PEYR., 1919, t. III, p. 603 et suiv.).

HYDROBIA SUBCONOIDALIS n. sp.

Gisements. — Pont-Levoy (sablère du vallon de Charenton).
Bossée, un seul spécimen, collection Cossmann.

Dimensions. — Hauteur : 3 mm. 75 ; diamètre : 1 mm. 75.

Test un peu épais, peu fragile. Taille petite ; forme subconoidale ; spire médiocrement allongée, à protoconque subglobuleuse ; angle apical, 30° au sommet, s'abaissant à 20° à la fin de la croissance de la coquille ; cinq tours post-embryonnaires, lisses, d'abord étroits et peu convexes, puis l'avant-dernier tour est arrondi et le dernier plus ovale occupe plus de la moitié de la hauteur totale ; sa base est peu convexe, à peine perforée, et dépourvue de couenavant. Ouverture ovale, à péristome un peu épais, continu ; labre un peu



FIG. 21. — *Hydrobia subconoidalis* n. sp.
Gr. $\times 8$. — Vallon de Charenton.

vertical ; columelle peu excavée, étroitement calleuse.

Observations. — Il est probable que tous les individus miocéniques — autres que les *Tournoueria* à tours très convexes — notamment ceux du Miocène inférieur d'Aquitaine qui ont été dénommés *H. ventrosa*, doivent se rapporter à cette nouvelle espèce : elle se distingue assez facilement de la coquille actuelle par son galbe plus conoidal et par la croissance moins régulière de ses tours de spire ; le dernier tour est plus élevé, plus contracté, ce qui a pour effet de réduire l'ouverture de l'angle apical qui est très ouvert au sommet de la spire. Par ces divers critères, et aussi par l'épaisseur un peu plus forte du péristome, *H. subconoidalis* a quelque analogie avec les *Bithinella* ; mais les espèces de ce dernier Genre ont les protoconques plus aplaties, les tours plus réguliers, plus élevés. *H. subconoidalis* est moins ventrue que la race *polysarca* COSSM. et PEYR., de l'Aquitainien.

HYDROBIA (TOURNOUERIA) MORGANI DOLLF. mss. in litt.

Gisement. — Pont-Levoy (moulin de Charenton).

Dimensions. — Hauteur : 5 mm. 25 ; diamètre : 2 mm. 33.

Test assez mince et fragile. Taille au-dessous de la moyenne ; forme conique, trapue en général ; angle apical variable, de 22 à 27° ; spire turriculée, croissant très régulièrement ; protoconque petite et obtuse ; cinq ou six tours post-embryonnaires, lisses et très convexes, dont la hauteur atteint à peine la moitié de la largeur maximum ; sutures profondes, un peu ascendantes. Dernier tour dépassant la moitié de la hauteur totale, très arrondi jusque sur la base qui est perforée d'une étroite fente au centre ; cou à peu près nul. Ouverture arrondie, à péristome continu, légèrement versant sur son contour supérieur ; labre mince, non sinueux, presque vertical ; columelle lisse, excavée, à bord externe caréné, non réfléchi sur la région ombilicale.



FIG. 22. — *Hydrobia Tournoueria Morgani* DOLLFUS. — Gr. $\times 3,5$.

Observations. — Très abondante — et très variable par conséquent — dans le gisement du vallon de Charenton, cette intéressante espèce avait été désignée par MM. Dollfus et Dautzenberg, dans leur liste préliminaire de 1886, sous le nom *ventrosa* MUGU. Depuis cette époque, après la publication de sa Monographie des *Hydrobiidæ* (*Journ. Conch.*, vol. LIX, 1911, p. 179, éditée en 1912), M. Dollfus a examiné de nouveau les spécimens de la Touraine, et il a reconnu que ceux-ci sont plus allongés et qu'ils ont surtout des tours plus nombreux, surtout plus convexes que ceux de l'espèce actuelle. Comme d'autre part, la coquille de la Touraine s'écarte de *Tournoueria aturensis* NOULET, par sa forme moins subulée, moins étroite, par ses tours plus convexes ; de *Tournoueria umbilicaris* COSSM. et PEYR. par sa fente ombilicale plus droite, par son galbe plus régulièrement conique ; enfin, de *Tournoueria girondica* BERTG., par son avant-dernier tour non disproportionné, par sa spire moins longue, par son ouverture plus arrondie, plus versante, à labre moins antécurent, il faut en conclure que M. Dollfus a eu raison de lui attribuer une nouvelle dénomination dans la correspondance échangée avec nous.

H. Morgani appartient d'ailleurs à la section *Tournoueria* BRUS., 1870.

HYDROBIA (PARHYDROBIA) MAYERI COSSM. *in sch.*

1875. *H. ventrosa* SANDB. Land. u. Süssw. conch. Vorwel., pl. xxvi, fig. 6.

Gisement. — Manthelan, Bossée, coll. Cossmann. Pont-Levoy, coll. de l'auteur.

Dimensions. — Hauteur : 5 mm. 5 ; diamètre : 2 mm.

Test assez solide. Taille petite ; forme très allongée, à galbe aciculé et conique ; spire longue, turrulée, croissant plus ou moins régulièrement sous un angle apical de 18 à 20° ; protoconque petite, obtuse ; sept ou huit tours très convexes, souvent même subanguleux en arrière, séparés par de profondes sutures ; leur croissance s'accélère et leur hauteur atteint souvent les deux tiers de leur largeur, chez les spécimens adultes ; surface entièrement lisse, marquée seulement d'une sorte de bande spirale et très obsolète, sur les tours subanguleux et en coïncidence avec l'angle. Dernier tour supérieur au tiers de la hauteur totale, arrondi jusque sur la base qui est assez largement perforée en entonnoir au centre, et dépourvue de cou en avant. Ouverture ovale, arrondie, non versante en avant, à péristome continu et subdétaché ; labre mince, vertical ; columelle excavée, avec un mince bord externe, non réfléchi sur la région ombilicale.

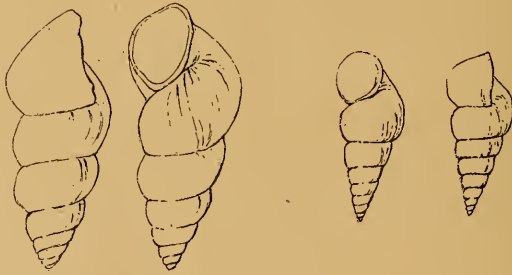


Fig. 23. — *Parhydrobia Mayeri* COSSMANN. — Gr. $\times 18$. — Vallon de Charenton.

Observations. — Cette coquille remplace *Tournoueria Morgani* dans les gisements autres que ceux de Pont-Levoy, et elle y est beaucoup plus rare que cette dernière ne l'est à Pont-Levoy : on l'en distingue par sa spire beaucoup plus étirée et par son ombilic plus largement ouvert, caractères qui la placent dans la section *Parhydrobia* COSSM. et DOLLF., instituée pour un génotype de l'Éocène (*Bithinia subulata* DESH.). *Parhydrobia Mayeri* se distingue, à première vue, de *P. aturensis* NOULET par ses tours plus convexes, par son ombilic plus ouvert, par son ouverture plus détachée, elle ressemble à *Tournoueria umbilicaris* COSSM. et PEYR., mais son galbe est plus étroit et sa spire est beaucoup plus allongée. L'aspect subanguleux des tours n'a pas une constance absolue et ne persiste jamais jusqu'à l'avant-dernier tour ; enfin il existe quelques spécimens plus trapus et subanguleux. Les cotypes sont de Manthelan ; il en existe des individus non anguleux (fig. 36), dans le vallon de Charenton, à Pont-Levoy.

Genre *BITHINELLA* MOQUIN-TANDON, 1851*BITHINELLA* *TOURNOUERI* [MAYER]1875. *Hydrobia Tournoueri* MAYER in SANDB. L. c., p. 522, pl. xxvi, fig. 7.1886. *Bithinella Tournoueri* DOLLF.-DAUTZ. Liste prélim., p. 15.

Gisement. — Pont-Levoy, coll. de l'auteur. Manthelan, *vide* Mayer. Paulmy, plésiotype, coll. Cossmann.

Dimensions. — Hauteur : 4 mm. 25 ; diamètre : 2 mm. 5.



FIG. 24. — *Bithinella Tournoueri* MAYER. — Gr. $\times 17$. — Vallon de Charenton.

Taille petite ; forme conoïdale, à galbe pupoïde ; spire peu allongée, à protoconque obtuse ; cinq tours post-embryonnaires, d'abord peu élevés, puis croissant plus rapidement, de sorte que leur hauteur dépasse la moitié de leur largeur, ils sont peu convexes, sauf à la fin de la croissance de la coquille ; sutures linéaires, mais profondes ; surface entièrement lisse. Dernier tour égal au moins aux quatre septièmes de la surface totale, quand on le mesure sur la face ventrale d'un spécimen adulte ; il est ovale jusque sur la base déclive et perforée au centre ; cou à peu près nul. Ouverture ovale, arrondie, avec une faible gouttière dans l'angle postérieur ; péristome épais et continu ; labre vertical ; columelle faiblement excavée, calleuse.

Observations. — Cette espèce se distingue facilement des *Hydrobia*, des mêmes gisements, par son galbe pupoïdal, par son ouverture ovale et un peu calleuse, par ses tours beaucoup moins convexes, à sutures moins disjointes : elle présente donc tous les caractères du genre *Bithinella*, et en particulier, la disproportion de l'avant-dernier tour, qui n'est jamais aussi forte même chez *H. subconoidalis*. *B. Tournoueri* est moins conique que *B. aquensis* DEPR.-TOUZ. et moins cylindrécée que *B. Falloti* DEPR.-TOUZ., des faluns inframiocéniques de l'Aquitaine : c'est sous ce dernier nom cependant qu'elle a été citée à Pont-Levoy par MM. Ivolas

et Peyrot (Contrib. fal. Tour., p. 51); la confusion est d'ailleurs possible, car ces individus népioniques sont moins pupoïdes que le plésiotype de Paulmy que nous faisons figurer, et nous en donnons aussi une figure, pour la comparaison.

Genre *PERINGIA* PALADILHE, 1874

PERINGIA FONTANNESI [DOLLF. et DAUTZ.]

1886. *Bithinella Fontannesi* D.-D. Liste prélim., p. 15.

Gisements. — Pont-Levoy, plésiotypes, coll. de l'auteur Paulmy, type, *vide* DOLLF.-DAUTZ.

Dimensions. — Hauteur : 4 mm. ; diamètre : 2 mm. 75.

« Forme conique, à spire acuminée ».

Le type ayant été perdu, l'interprétation doit suivre les cinq mots ci-dessus entre guillemets, étant donné — d'autre part — que M. Dollfus nous a désigné le genre *Peringia* comme celui dans lequel on doit classer l'espèce. La diagnose complète est donc la suivante :

Forme courte et trapue, composée de quatre tours post-embryonnaires, peu convexes, dont la hauteur dépasse la moitié de la largeur maximum ; surface lisse et brillante ; sutures horizontales, linéaires, un peu étagées par une rampe spirale et indistincte. Dernier tour presque égal aux deux tiers de la hauteur totale, toujours subanguleux à la périphérie de la base qui est déclive et peu convexe, perforée au centre par un ombilic assez profond et que limite une sorte de bourre-



FIG. 25. — *Peringia Fontannesi* DOLLFUS et DAUTZENBERG. — Gr. $\times 17$. — Vallon de Charenton.

let peu proéminent ; cou à peu près nul. Ouverture grande, arrondie, avec une faible gouttière dans l'angle postérieur, contre le labre ; péristome épais et continu, même subdétaillé sur quelques individus ; labre non bordé, un peu antécurent ; columelle excavée, à bord mince ; seule, la région pariétale est calleuse.

Observations. — Cette espèce est beaucoup plus ventrue et plus conique que *P. Andreaei*, *Sacyi*, *cestasensis*, *aquitana*, décrites dans la Monographie de l'Aquitaine, par MM. Cossmann et Peyrot ; elle a en outre le dernier tour plus élevé et son ombilic bordé lui donne un facies caractéristique.

PERINGIA BENOISTI [DOLLF. DAUTZ.]

1886. *Bithinella Benoisti* D.-D. Liste prélim. Tour., p. 15.

Gisements. — Pont-Levoy, plésiotypes, coll. de l'auteur. Paulmy, type, *fide* Dollfus et Dautzenberg. Manthelan, coll. Cossmann.

Dimensions. — Hauteur : 4 mm. ; diamètre : 2 mm.

« Forme obèse ».

Conformément à cette diagnose de deux mots, nous admettons *P. Benoisti* comme une race distincte de *P. Fontannesi*, moins conique, moins anguleuse, à ombilic plus resserré, à galbe beaucoup moins ventru. Le dernier tour n'atteint pas tout à fait les deux tiers de la hauteur totale et il est un peu plus convexe à la périphérie ; l'ombilic est moins nettement bordé ; l'ouverture plus petite, plus resserrée, est plus anguleuse en arrière où il existe une gouttière plus étroite et plus profonde.

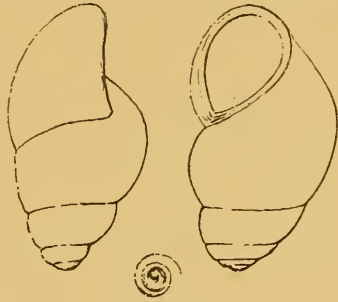


FIG. 26. — *Peringia Benoisti* DOLLFUS et DAUTZENBERG. — Gr. \times 17 — Vallon de Charenton.

Observations. — Comparée aux espèces de l'Aquitainien et du Burdigalien de la Gironde, *P. Benoisti* a le dernier tour plus élevé et plus arrondi que *P. aquitanica* [MAYER] ; elle est moins conoïdale que *P. cestasensis* COSSM. et PEYR., et son ombilic est bien plus visible ; quant à *P. Andreæi* [BETTGER], c'est une forme beaucoup plus étroite, plus turriculée, dépourvue de fente ombilicale à la base.

Genre *AMNICOLA* GOULD et HALDEMANN, 1841

Ce genre n'est connu vivant que de l'Amérique septentrionale.

AMNICOLA TURONENSIS MAYER

1870-1875. MAYER in SANDBERGER. Die Land-und-Süsswasser-conchylien der Vorwelt., p. 523, pl. xxvi, fig. 8.

1886. DOLLF. et DAUTZ. Liste prélim. Tour., p. 15 (= *Nematura ligériensis* TOURN. em. in sch., coll. Fac. cathol.).

Gisement. — Manthelan (*fide* Mayer).

Nous n'avons pas trouvé cette espèce à Pont-Levoy, et les échantillons qui y sont attribués se rapportent en général à une petite Lacune, à péristome discontinu, à ombilic bordé par un bourrelet obsolète qui aboutit à une brisure du contour supérieur de l'ouverture; il n'y a là aucun des critères du genre *Ammicola* dont l'ouverture est parfaitement arrondie, dont le péristome est continu, presque détaché ou tout au moins superposé à la base, et dont l'ombilic n'est pas bordé. Il est bien possible que la figure publiée dans la Monographie de Sandberger, pour cette coquille introuvable, ait été inexactement dessinée et que la dénomination *turonensis* s'applique, en réalité, à cette *Lacuna* qui n'est d'ailleurs pas *L. Bourgeoisi*.

Bithiniidæ

On les distingue des *Hydrobiidæ* par leur opercule calcaire; à l'état fossile, quand l'opercule n'est pas en place, ce qui est le cas le plus fréquent, M. Cossmann a remarqué qu'il laisse — sur la columelle — la trace obsolète d'une rainure d'appui, de sorte que ce critérium absolument certain, inexistant chez les *Hydrobiidæ*, permet aux paléontologistes de reconnaître les *Bithinia* fossiles... et actuelles.

Genre *STENOTHYRA* BENSON, 1856

STENOTHYRA BELLARDII [DOLLF. et DAUTZ.]

1886. *Bithinella Bellardii* DOLLF.-DAUTZ. Liste prélim. Tour., p. 15.

Gisements. — Paulmy, topotype, coll. Cossmann. Pont-Levoy, plésiotype, coll. de l'auteur.

Dimensions. — Hauteur : 2 mm. ; diamètre : 1 mm.



FIG. 27.—*Stenothyra Bellardii*. DOLLF. et DAUTZ. Gr. $\times 13$. — Vallon de Charenton.

Taille excessivement petite; forme pupoïdale, un peu obèse; spire courte, à galbe conoïdal, à protoconque obtuse; quatre tours faiblement convexes, d'abord étroits, puis leur croissance s'accélère et l'avant-dernier a une hauteur égale aux deux tiers de sa hauteur; sutures linéaires, peu profondes; surface lisse et brillante. Dernier tour égal aux trois cinquièmes au moins de la hauteur de la coquille, arrondi à la périphérie de la base qui est déclive, peu convexe, imperforée au centre et dépourvue de cou en avant. Ouverture petite, arrondie, à péristome épais et continu; labre non bordé, antécurent; columelle excavée.

Observations. — Très rare et de très petite taille, cette coquille a été souvent mélangée dans les collections

avec des *Nodulus* également lisses, mais dont les tours sont moins convexes et dont le galbe est plus étroitement conoïdal ; aussi avec des *Rissoïdæ* striées, mais dont l'usure a fait disparaître l'ornementation. *S. Bellardii* ne peut se confondre avec l'espèce aquitanaïenne (*S. aquitana* COSSM. et PEYR.) qui est beaucoup plus globuleuse, avec une spire plus courte et des tours moins convexes.

Genre *NYSTIA* TOURNOUER, 1869

Ce genre qui semble débiter dans l'Eocène, n'a pas de représentants vivants actuellement connus : il s'est éteint dans le Miocène, en perdant les plis axiaux qui caractérisent certaines espèces.

NYSTIA CYLINDRICA DOLLFUS et DAUTZENBERG

1866. DOLLFUS et DAUTZENBERG. Dans la *Feuille des jeunes naturalistes* (nom spécifique proposé sans description ni figuration).

1919. COSSM. et PEYR. *Conch. néog. Aquit.*, t. III, p. 626, pl. xvi, fig. 43-46.

Gisement. — Bossée, forme typique, coll. COSSMANN.

Dimensions. — Hauteur : 6 mm. ; diamètre : 2,5 mm.



FIG. 28. — *Nystia cylindrica* DOLLFUS et DAUTZENBERG. — Gr. $\times 10$. — Vallon de Charenton.

FIG. 29. — *Nystia cylindrica* var. *pontileviensis* COSSMANN. — Gr. $\times 10$. — Vallon de Charenton).

Taille moyenne, forme cylindracée ou peu conique, à sommet tronqué ; six tours assez convexes, dont la hauteur n'atteint pas la moitié de la largeur, séparés par des sutures linéaires ; surface lisse. Dernier tour égal à la moitié de la hauteur totale, arrondi jusque sur la base qui est largement ombiliquée au centre et

dépourvue de cou en avant. Ouverture ovale, avec une gouttière anguleuse en arrière ; péristome continu, assez épais, mais non bordé ; labre rétrocurrent ; columelle obliquement rectiligne, calleuse.

Race *pontileviensis* COSSM. *in litt.*

Gisement. — Pont-Levoy, vallon de Charenton.

Dimensions. — Hauteur : 3,5 mm. ; diamètre : 2,25 mm.

Beaucoup plus courte et plus ovoïde que *N. cylindrica* cette race pontiléviennne a toujours deux tours de moins, et le dernier dépasse les trois cinquièmes de la hauteur totale ; ils sont à peine convexes, conjoints et leurs sutures sont superficielles ; enfin leur hauteur a dépassé la moitié de leur largeur. Ouverture relativement petite.

Observations. — Cette race ressemble à *N. Degrangei* COSSM. et PEYR. de l'Helvétien du Béarn ; toutefois elle a une forme moins conique, des tours moins aplatis et le dernier moins élevé, de sorte qu'elle a toujours un tour de spire en plus.

Genre *STALIOIA* BRUSINA, 1870

Cette forme se montre dans l'Éocène supérieur (*St. Deschiena* DESHAYES, *St. Demaresti* C. PRÉVOST) dans l'Oligocène (*St. Chasteli* NYST., *St. pupiformis* SANDBERGER) et dans le Miocène inférieur (*St. gracilis* SANDBERGER, *St. Lemani* BASTEROT, *St. Rubeschi* REUSS, *St. subpyrenaicum* NOULET, *St. succinæiformis* SANDBERGER). On ne la connaissait pas du Miocène supérieur. Elle ne vit plus de nos jours.

STALIOIA ROBERTI n. sp.

Gisement. — Pont-Levoy (sablière du vallon de Charenton).

Dimensions. — Hauteur : 4 mm. 10 ; diamètre : 2 mm. 80.

Coquille petite, subglobuleuse, non tronquée, subombiliquée, surface ornée de petites costulations longitudinales, très fines, très écartées les unes des autres. Sommet obtus, spire formée de quatre tours arrondis, ventrus, ombilic très petit, ouverture ovale, péristome continu, labre très épais, renversé, évasé, muni à l'intérieur d'un bourrelet formant arrêt de l'opercule.

Observations. — *St. Roberti* diffère de *St. Demaresti* C. PRÉVOST, par sa spire plus trapue et son sommet moins aigu ainsi que par la forme plus arrondie de son ouverture. Quant aux autres espèces, citées plus haut à propos de la distribution de ce sous-genre, elles ne peuvent être comparées à la coquille des faluns de Touraine.

En particulier, *S. Lemani* [BAST.], de l'Aquitanien de la Gironde, a un galbe étagé et plus conique, avec des varices axiales; son labre a un profil plus vertical, et la jonction de sa columelle avec le plafond se fait avec une sinuosité qu'on n'observe pas chez *S. Roberti*.

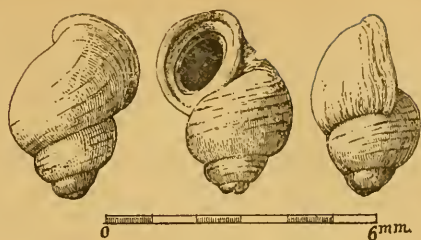


FIG. 30. — *Stalioia Roberti* sp. n. — Gr. $\times 16$
Vallon de Charenton.

Quant à *S. paulensis* DEGR -TOUZ., du Burdigalien de Dax, c'est une coquille naticiforme dont le dernier tour embrasse presque toute la coquille, et dont l'ouverture est supérieure à la moitié de la hauteur totale.

Valvatidæ

Genre *VALVATA* O. F. MÜLLER, 1774

Ce genre qui semble paraître dans les terrains jurassiques (Purbecien) et se continue jusqu'à nos jours, non sans d'importantes lacunes, vit actuellement dans l'hémisphère septentrional, tant au Nord (Baïkal, New-York) que dans la zone tropicale (Guatémala, Gallapagos, Égypte, etc.).

VALVATA PISCINALIS MÜLLER

Nerita piscinalis MÜLLER. Hist. verm., II, p. 172.

1886. Var. *Dujardini* G. DOLLFUS et PH. DAUTZENBERG. *Feuille des jeunes naturalistes* (sans description ni figuration).

Nous n'en avons pas trouvé à Pont-Levoy.

Genre *PSEUDOMELANIA* (PICTET et CAMPICHE, 1862)

Sous-genre *BAYANIA* (MUNIER-CHALMAS, 1877)

BAYANIA (?) *BOSSEENSIS* sp. n.

Gisement. — Bossée (coll. Dautzenberg, unique).

Dimensions. — Hauteur : 13 mm. : diamètre : 9 mm. 30.

Coquille globuleuse, à spire renflée, test solide, épais, surface ornée de lignes d'accroissement irrégulières, spire conique,

obtuse, composée de quatre tours d'une croissance très lente au début, très rapide dans le dernier tour qui occupe près des sept huitièmes de la hauteur totale. Suture linéaire, ouverture ovale très renflée à sa partie médiane, rétrécie, anguleuse au sommet. Péristome droit, aigu, faiblement épaissi à l'intérieur. Columelle calleuse, arquée, arrondie à sa partie inférieure, portant un léger saillant. Bord columellaire réfléchi, recouvrant l'ombilic.



FIG. 31.—*Bayania* (?) *bosseensis* n. sp. Gr. \times 11. — Bossée.

Observations. — Il paraît très douteux que cet échantillon appartienne au genre *Bayania* qui n'a pas été signalé plus haut que l'Oligocène : ni son galbe très ventru, ni son labre dénué de sinuosité, ne correspondent aux critères caractéristiques de *Bayania* ; l'ouverture ne ressemble guère à celle des *Bulimidæ* ; de sorte qu'en présence de ces caractères négatifs, il y a lieu de n'adopter qu'un classement provisoire, jusqu'à ce que l'étude de meilleurs échantillons, plus nombreux surtout, permette de reprendre cette question.

BAYANIA DAUTZENBERGI n. sp.

Gisement. — Bossée (coll. Dautzenberg), un seul exemplaire.

Dimensions. — Hauteur : 24 mm. : diamètre : 8 mm.

Coquille fusiforme, ovale, à spire aiguë, test solide, épais, surface ornée de lignes d'accroissement irrégulières et de lignes spirales, régulières et régulièrement espacées, très marquées dans les premiers tours ; mais s'atténuant peu à peu pour être à peine visibles dans le dernier. Spire allongée, conique, sommet aigu, composée de huit tours de croissance régulière, suture très peu profonde, presque linéaire, se confondant, dans les premiers tours, avec les ornements spiraux. Ouverture allongée, rétrécie à son sommet, arrondie à sa base, renflée dans sa partie médiane. Péristome droit, tranchant, légèrement épaissi à l'intérieur. Columelle arquée et arrondie à sa partie inférieure, bord columellaire réfléchi en une callosité épaisse, lisse.



FIG. 32. — *Bayania Dautzenbergi* n. sp. Gr. \times 1,5. — Bossée.

Observations. — Cette espèce, par son ornementation et par son ouverture, a une réelle analogie avec *Bayania semidecussata* [LAMK.], qui caractérise le Stampien, aux environs de Paris et dans les environs de Rennes ; toutefois, c'est une mutation qui s'en distingue par son galbe plus extraconique vers le sommet.

*
* *

Telle est, jusqu'à ce jour la composition de la faune terrestre et fluviatile des sables faluniens de Touraine. Cette liste comprend une quarantaine d'espèces seulement qui jointe à celle des Auriculidés (cf. *Bull. Soc. géol. de France*, (4), XVI, 1916, p. 21-49) donne un ensemble de soixante-cinq espèces, vivant soit dans les eaux douces, soit dans les estuaires découverts à marée basse, soit sur terre.

Les *Testacellidæ* sont, jusqu'ici, représentés par une seule espèce (*T. pontileviensis*) et il en est de même pour les *Limacidæ* (*P. pontileviensis*) familles dont on connaît des représentants dans ces couches miocènes inférieures et plus anciennement encore et qui, de nos jours, habitent les parties chaudes et tempérées des anciens continents.

Le genre *Zonites* ne nous est connu des faluns que par *Z. umbilicalis*, Mollusque dont la présence ne fournit aucun enseignement quant au climat de la Touraine aux temps helvétiques ; et il en est de même du genre *Patula* (*P. pontileviensis*).

Parmi les Hélicéens le sous-genre *Cochlæa* (*C. asperula*) appartient aux climats maritimes chauds (Iles du Cap-Vert, Canaries), le sous-genre *Monacha* est d'une distribution générale et les *Strobila* vivent un peu partout dans les deux hémisphères.

Les Bulimulidés ne sont représentés dans nos faluns que par une seule espèce appartenant au genre *Drymæus* (*D. pontileviensis*). Les *Drymæus*, de nos jours, habitent l'Amérique tropicale.

Les genres *Pupa*, *Vertigo*, *Aucylus*, *Limnea*, *Planorbis* ne fournissent pas d'indications spécialement utiles ; mais les *Melania* et les *Melanopsis* rentrent dans les formes des pays chauds.

Ainsi les espèces décrites ou citées dans la présente note, bien que nous renseignant beaucoup moins bien que les Auriculidés sur le climat du Falunien tourangeau, nous reportent également vers les régions chaudes du globe. Ce que, d'ailleurs, pouvait faire prévoir la faune terrestre des Mammifères dont on retrouve fréquemment les restes dans les sablières, la présence des Chéloniens de grande taille ainsi que de nombreux Vertébrés des régions chaudes ou pour le moins tempérées.

II. — MOLLUSQUES MARINS ET SUBMARINS.

Genre *LITTORINA* FÉRUSSAC, 1821

Sous-genre *LITTORINOPSIS* BECK *vide* MÖRCH, 1876

Les Littorines habitent aujourd'hui les plages rocheuses dans le monde entier.

LITTORINA (*LITTORINOPSIS*) *ALBERTI* DUJARDIN

1837. DUJARDIN. *Mém. Soc. Géol. de France*, t. II, 2^e partie, p. 287, pl. XIX, fig. 22.

Gisement. — Louans (*vide* Dujardin), Manthelan (coll. Dautzenberg), Pont-Levoy (vallon de Charenton).

Dimensions. — Hauteur : 25 mm. ; diamètre : 15 mm.

Observations. — Les Littorines sont rares dans le Falunien de la Touraine. Les gisements de Pont-Levoy en ont fourni quelques exemplaires seulement. Or les Littorines, qui se tiennent généralement au-dessus du niveau des marées, sur les rochers, sont aujourd'hui d'une abondance extrême sur les points du littoral qu'elles habitent. Il y a lieu de conclure de cette rareté que les bords de la mer falunienne à Pont-Levoy étaient peu fournis de roches émergeant à marée basse et que, probablement les bancs de calcaire de Beauce formant le littoral à marée haute étaient recouverts par des dunes de sable.



FIG. 33. — *Littorina Alberti* DUJARDIN.
Gr. $\times 1,5$. — C, coloration. — Vallon de Charenton.

Genre *TRUNCATELLA* RISSO, 1826

Ce genre vit actuellement sur les rivages des mers chaudes et tempérées, il se tient aussi bien dans la mer que sur le haut des plages hors de l'eau.

TRUNCATELLA HERMITTEI BARDIN

BARDIN. *Soc. Lin. Bordeaux.*

1886. G. DOLLFUS et PH. DAUTZENBERG (liste). *Feuille des jeunes naturalistes.*

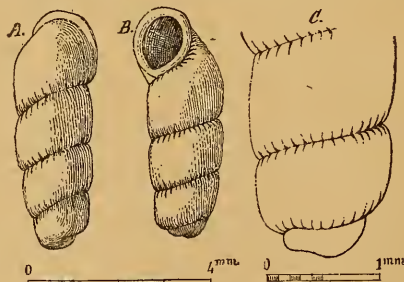


FIG. 34. — *Truncatella hermittei* BARDIN.
A, B; gr. $\times 6$. — C, protoconque, gr. $\times 15$. — Vallon de Charenton.

Gisement. — Vallon de Charenton, près Pont-Levoy (un seul exemplaire).

Dimensions. — Hauteur : 5 mm. 2 ; diamètre : 1 mm. 7.

Observations. — *T. Wattebledi* BENOIST, espèce très polymorphe de l'Aquitainien de la Gironde, paraît se distinguer de celle de Pont-Levoy par son galbe plus étroit, plus cylindrique, par son ouverture plus obliquement ovale, etc. Il est d'ailleurs très difficile de caractériser les diverses mutations de ce genre, à l'état fossile.

Genre *CHILEUTOMIA*

Dans une note publiée en 1915 (Observations sur la stratigraphie et la paléontologie du Falunien de la Touraine (*B. S. G. F.*, (4), XV, p. 236) j'ai proposé, pour une coquille de Pont-Levoy (Charenton) de créer le genre *Holopteropsis* (*H. pontileviensis*), ignorant que la même forme avait été rencontrée dans les sables du Balcombien de Victoria (Australie) par Ralph Tate et décrite par MM. Cossmann et Tate, qui ont établi pour elle le genre *Chileutomia*.

En me faisant observer que, par suite de sa publication avec R. Tate, le genre *Helopteropsis*, que j'avais proposé, tombait en synonymie de *Chileutomia*, M. M. Cossmann m'a communiqué quelques exemplaires de l'espèce australienne *ch. subvaricosa* COSSMANN, ainsi qu'une coquille, unique, appartenant au même genre et provenant du gisement Rédonien de Gourbesville (Manche). Cette espèce portait dans la collection de M. Cossmann le nom manuscrit de *Ch. Morgani*.

Nous connaissons donc — outre le génotype d'Australie — trois espèces appartenant au genre *Chileutomia*, *Ch. subvaricosa* COSSMANN, *Ch. pontileviensis* DE MORGAN et *Ch. Morgani* COSSMANN *mss.*

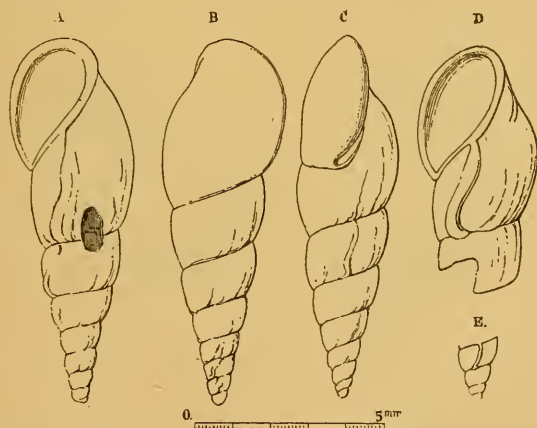


FIG. 35. — *Chileutomia subvaricosa* COSSMANN. — Gr. $\times 5$. — Muddy (Australie).

Ces trois espèces sont également ornées de varices semblables et semblablement disposées ; mais elles diffèrent sensiblement entre elles et ne sauraient être confondues.

CHILEUTOMIA MORGANI (COSSMANN *mss.*) *n. sp.*

Coquille fusiforme, turriculée, composée de 6 1/2 à 7 tours de spire, embryon sphérique. Surface lisse, simplement ornée de fines stries de croissance, irrégulières, et sur les deux côtés de grosses varices se correspondant sur chaque tour de spire, coudées vers la suture supérieure. Ouverture entière, hémicirculaire, oblique, convergente. Labre épais, réfléchi, échancré au sommet par un sinus anguleux profond, columelle épaisse, réfléchie, recouvrant l'ombilic qui est moyen.

Gisement. — Gourbesville (Manche), unique (coll. Cossmann).

Dimensions. — Hauteur : 3 mm. 80; diamètre max. : 1 mm. 12,

De ces trois espèces *Ch. subvaricosa* COSSMANN est la plus grande. M. Cossmann en possède un exemplaire entier qui mesure 9 mm. de hauteur et 3 mm. 20 de plus grand diamètre (A, B, C) et un autre brisé (D) dont la hauteur totale dépassait certainement 12 mm. Cette espèce diffère de *Ch. Morgani* par sa forme générale beaucoup plus allongée, par le profil de ses spires, plus arrondi, et par la forme de son ouverture beaucoup moins détachée de la spire. Elle est moins fusiforme que *Ch. pontileviensis* et son ouverture est plus arrondie.

Ch. Morgani ne peut être confondu avec *Ch. pontileviensis*, cette dernière espèce étant beaucoup plus fusiforme que la première et sa spire étant plus ronde. L'ouverture dans les deux espèces est très différente, presque droite dans *Ch. pontileviensis*, étroite, allongée, arrondie vers le sinus du sommet alors que chez *Ch. Morgani* elle est rejetée sur le côté, anguleuse au sommet, évasée dans son ensemble et détachée de la spire, la columelle réfléchie est moins épaisse dans l'espèce de Gourbesville que dans celle de la Touraine et l'ombilic est plus large.

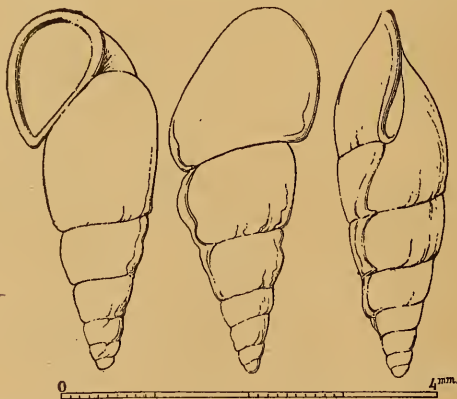


FIG. 36. — *Chilentomia Morgani* COSSMANN. — Gr. $\times 12$. — Gourbesville (Manche).

L'espèce du Falunien est relativement abondante ; aussi ai-je été à même d'en examiner un assez grand nombre d'exemplaires. Tous pré-

sentent des caractères très homogènes et l'on ne voit chez aucun d'eux de tendances vers la forme du Rédonien.

Genre *FOSSARUS* PHILIPPI, 1841

FOSSARUS ? *BLESENSIS* n. sp.

Gisement. — Pont-Levoy (moulin de Charenton).

Dimensions. — Hauteur : 1 mm. 55 ; diamètre : 1 mm. 70. Coquille perforée, subglobuleuse, ornée de très fortes côtes spirales, très saillantes, et de stries profondes dans l'aire située entre les spires, dernier tour très grand, ouverture entière, presque circulaire, bord columellaire sinueux, labre arqué, marqué de fortes ondulations correspondant aux côtes spirales.

Embryon lisse, globuleux, les ornements ne commençant qu'après la première révolution complète de la spire.

Rapports et différences. — Cette espèce s'éloigne de *E. (Phasianema) costatus* [BROCCHI] avec lequel d'ailleurs elle se rencontre, par l'abaissement de son sommet, l'aplatissement général de sa coquille et surtout de sa base, la forme arrondie de son ouverture. Le mode d'ornementation dans les deux espèces est à peu de chose près le même, cependant les stries de *F. belensis* sont moins profondes et plus nombreuses que celles de *F. costatus*.

Observations. — Cette coquille est extrêmement rare, je n'en connais qu'un seul exemplaire, par suite de sa forme écrasée, elle ne peut être confondue avec les jeunes spécimens de *F. costatus*.

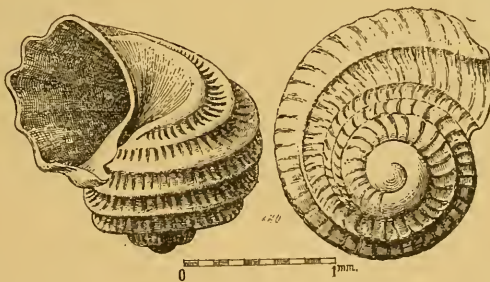


FIG. 37. — *Fossarus* ? *blesensis* n. sp. — Gr. \times 20.

Genre *TORNUS* TURTON, 1829

Ce genre semble apparaître dans l'Éocène, Deshayes l'a confondu avec *Adeorbis* (*T. similis*, *T. Fischeri*) de même que Bayan (*T. æquistriatus*). Il se retrouve dans le Miocène, *Adeorbis*

præcedens v. KOEN. et MM. Dollfus et Dautzenberg en citent (sans description ni figure) dans leur liste, une espèce des faluns de la Touraine. On le rencontre dans le Rédonien de la Manche (*T. Dollfusi* COSSM.), il est largement représenté dans le Pliocène, Plaisancien et Astien du Piémont, Crag de Sutton, en Floride, à Costa Rica, enfin il vit encore de nos jours, tant dans les mers d'Europe qu'en Océanie et à Panama.

TORNUS FALUNICUS n. sp.

Gisement. — Vallon de Charenton, près Pont-Levoy, où cette espèce est assez rare.

Dimensions. — Hauteur : 0 mm. 52 ; diamètre : 1 mm. 5.

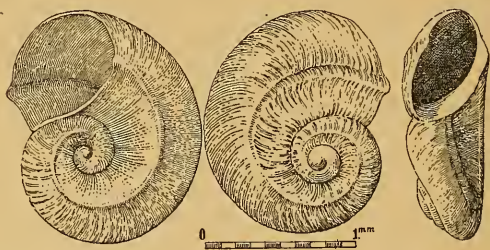


FIG. 38. — *Tornus falunicus* n. sp. — Gr. \times 20.

Coquille mince, cupuliforme, très largement ombiliquée, ornée de stries transverses fines et de deux forts carènes, l'une à la partie supérieure, l'autre à la partie inférieure, ouverture oblique, très large, elliptique, spire très courte, entonnoir ombilical très large laissant voir toutes les révolutions de la spire. Embryon sphérique, protoconque lissé.

Rapports et différences. — Cette espèce diffère complètement des espèces déjà connues par la force de ses deux carènes, par la largeur de son entonnoir ombilical, par les dimensions et la forme de son ouverture.

TORNUS PONTILEVIENSIS n. sp.

Gisement. — Vallon de Charenton près Pont-Levoy. Quatre exemplaires seulement.

Dimensions. — Hauteur : 0 mm. 62 ; diamètre : 1 mm. 70.

Coquille très mince, translucide, beaucoup plus large que haute, tours de spire peu nombreux, aplatis, obliques, entonnoir ombilical extrêmement ouvert, ouverture oblique, irrégulière, doublement carénée à la partie supérieure, munie d'une seule carène à la partie inférieure, stries transverses irrégulières, très

nettes. Embryon sphérique, protoconque lisse sur un tour et demi après lequel commence l'ornementation.

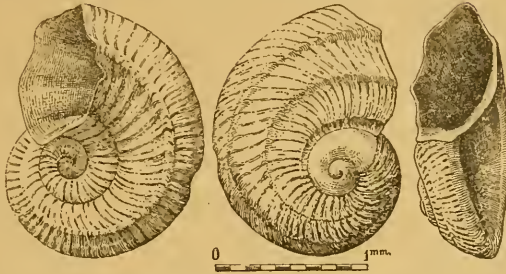


FIG. 39. — *Tornus pontileviensis* n. sp. — Gr. \times 20.

Rapports et différences. — De même que *T. falunicus* cette espèce n'est pas comparable aux types connus, elle se rapproche de cette dernière forme; mais s'en distingue nettement par l'existence de ses deux carènes à la face supérieure, par l'importance de ces carènes et par la forme de son ouverture. Elle est plus aplatie que *T. falunicus*.

TORNUS CANUI n. sp.

Gisement. — Vallon de Charenton, près Pont-Levoy. Moins rare que les deux espèces précédentes.

Dimensions. — Hauteur : 0 mm. 78 ; diamètre : 1 mm. 25.

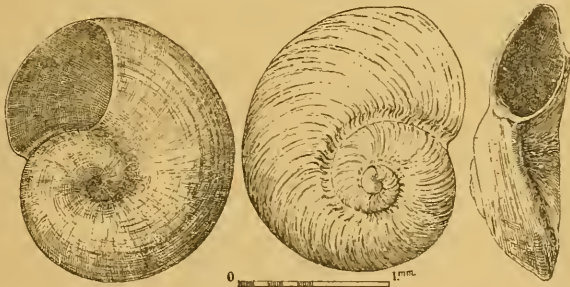


FIG. 40. — *Tornus Canui* n. sp. — Gr. \times 20.

Coquille planorbiforme, beaucoup plus large que haute, composée d'un très petit nombre de tours de spire. Spire écrasée, oblique, ornée à sa partie supérieure d'une carène peu saillante située auprès de la suture, lisse à la partie inférieure. Stries fines, transverses, recoupées par des lignes spirales non moins fines, à peine visibles. Entonnoir ombilical très évasé, ouverture oblique, elliptique, embryon sphérique, protoconque très courte, lisse, ornée dès le milieu du premier tour de spire.

Observations. — Cette espèce s'éloigne des deux premières en ce qu'elle ne porte pas de carène, sauf celle, très atténuée qui accompagne la suture, elle se rapproche plus de *T. Fischeri* DESHAYES mais s'en sépare par sa forme conique et par celle de son ouverture.

Genre *LAMELLARIA* MONTAGU (*pars*), 1815

Les *Lamellariidae* fossiles sont extrêmement rares. On cite *Leptonotis* (CONRAD, 1866) *expansa* WHIT., de l'Éocène de l'Alabama, espèce douteuse d'ailleurs, car cette coquille n'est peut-être qu'embryonnaire.

Les *Lamellaria* vivent aujourd'hui dans l'Océan Atlantique, l'Océan Indien et le Grand Océan.

LAMELLARIA FALUNICA n. sp.

Gisement. — Sables fins du vallon de Charenton près Pont-Levoy, coquille de rareté moyenne.

Dimensions. — Longueur : 2 mm. 80 ; largeur : 2 mm. 30 ; épaisseur : 1 mm.

Coquille ovale, mince, translucide, imperforée, paucispirée, ovale, beaucoup plus large et longue que profonde. Spire courte, latérale, composée de deux tours, ouverture grande, entière, bord columellaire et labre régulièrement arqués, surface ornée de stries fines d'accroissement, embryon sphérique, protoconque très courte, n'atteignant pas un demi-tour, avant la naissance des stries.

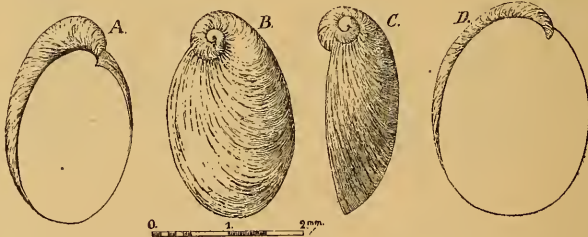


FIG. 41. — *Lamellaria falunica* n. sp. — Gr. $\times 10$.

Observations. — On sait que, comme les Limacides, les Lamellariidés sont des Mollusques à coquille interne, chez ces derniers, le bouclier dorsal recouvre complètement la coquille. Il s'en suit que les caractères spécifiques du test sont forcément très vagues.

Genre *PHOLAS* (LISTER, 1688) LINNÉ, 1758

PHOLAS MIOCÆNICA n. sp.

Gisement. — Vallon de Charenton, près Pont-Levoy (coll. de l'auteur). Manthelan, Louans, Bossée, Sainte-Catherine-de-Fierbois, Paulmy, Genneteil (*vide* Dollfus et Dautzenberg). Toujours fort rare, on n'en connaissait jusqu'à ce jour que des fragments.

Dimensions. — Longueur : 31 mm. ♂ ; largeur : 12 mm.

- 1909-1912. *Ph. dactylus* LINNÉ var. *muricata* DA COSTA. Mut. *miocænica* COSSMANN. Conchologie néogénique de l'Aquitaine, t. I, p. 57, pl. I, fig. 40-41.
 1894. *Ph. dactylus* DEGR.-TOUZ. Étude prélim. coq. foss. Orthez (*Act. Soc. lin. Bordeaux*, t. XLVII, p. 418).
 1902. *Ph. dactylus* var. *muricata* DOLLFUS et DAUTZENBERG. Conch. mioc. Loire, p. 59, pl. I, fig. 10-11.

Coquille plus longue que large, oblongue, assez convexe, très inéquilatérale, test assez épais, côté antérieur court, terminé par un bec arrondi, côté postérieur très allongé, bord palléal convexe au milieu, largement échancré par une sinuosité qui occupe plus du tiers de sa longueur, légèrement infléchi du côté postérieur en deçà du bec anal ; crochets involvés, recouverts par une callosité épaisse, divisée en alvéoles. Surface externe, convexe en son milieu, déprimée vers le bec, ornementation composée de lamelles très saillantes d'accroissement et de côtes rayonnantes peu saillantes, mais déterminant sur les lamelles d'accroissement des protubérances régulières, côte médiane beaucoup plus saillante que les autres, bifide (Fig. 42 B) composée de deux séries jointives de protubérances et bordées à droite et à gauche par deux sillons assez larges. Impressions musculaires très nettes.

Rapports et différences. — Dans son étude sur les faluns de l'Aquitaine, Mr M. Cossmann fait (p. 57) au sujet de cette coquille les observations suivantes :

« Deux fragments, malheureusement aussi incomplets que ceux de la Touraine, nous paraissent se rapporter aux figurations de Degrange-Touzain et de Dollfus et Dautzenberg, malgré l'autorité de nos deux confrères qui les ont identifiés avec l'espèce actuelle, il nous paraît qu'ils constituent une mutation helvétique de l'espèce vivante, caractérisée par l'absence presque totale de sinuosité à la partie antérieure du bord palléal, de sorte que la forme fossile n'a pas un bec antérieur aussi aigu que celui des exemplaires vivants. Si nous avions eu à notre disposition des

exemplaires fossiles complets au lieu de fragments, nous aurions peut-être tiré, de la comparaison des proportions des valves, des motifs suffisants pour ériger cette mutation en espèce, d'autant plus que la forme ancestrale (*Ph. Desmoulini*) a précisément une échancrure et un bec qui rappellent bien davantage ceux de l'espèce actuelle et, par conséquent, le caractère de l'échancrure ne suit pas, stratigraphiquement, une évolution régulière. Nous ne pouvons nous appuyer davantage sur la variation de l'ornementation pour justifier notre mutation, attendu que si les lamelles crépées de la région antérieure sont plus serrées sur certains exemplaires (fig. 10 de Dollfus et Dautzenberg) comme aussi sur l'un de nos spécimens du Bordelais, elles sont un peu plus espacées sur d'autres (fig. 11, D.-D.) provenant également de la Touraine. »

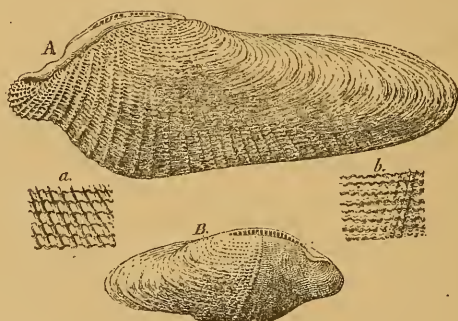


FIG. 42. — A. *Pholas dactylus* var. *muricata* DA COSTA ; a, détails d'ornementation. — B. *Pholas miocænica* n. sp. ; b, détails d'ornementation.

Une valve complète de cette coquille que j'ai eu la bonne fortune de rencontrer dans les sables fins du vallon de Charenton permet aujourd'hui de reconnaître l'exactitude des prévisions de Mr M. Cossmann et je propose pour l'espèce le nom *Ph. miocænica* donné à la mutation par mon collègue.

Ph. miocænica est moins allongée que l'espèce vivante (Fig. 42 A), son bec est moins aigu, son ornementation est plus fine et différente, car les lamelles d'accroissement (a) présentent beaucoup plus d'importance que les côtes radiantes, et c'est le contraire chez *Ph. dactylus* (b) chez laquelle toutes les côtes radiantes sont de taille égale dans la partie médiane de la coquille. Enfin *Ph. miocænica* présente une inflexion assez profonde dans la partie antérieure voisine du bec. On remarquera également que l'ornementation de ce bec est beaucoup plus serrée que celle du bec de l'espèce vivante.

PHOLAS (ZIRFÆA) DOLLFUSI n. sp.

Gisement. — Vallon de Charenton, près Pont-Levoy, unique.

Dimensions. — La partie postérieure de cette coquille étant brisée nous ne connaissons pas ses dimensions au complet.

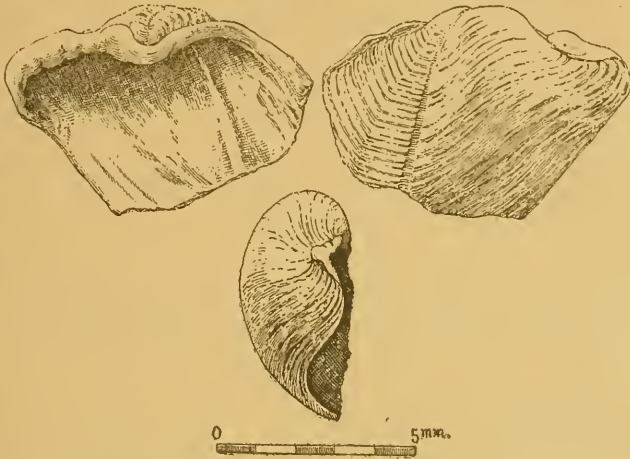


FIG. 43. — *Pholas (Zirfæa) Dollfusi* n. sp. — Gr. $\times 5$. — Vallon de Charenton.

Coquille de petite taille, très convexe, bâillante, rostrée à son extrémité antérieure, test épais, côté antérieur court terminé par un bec arrondi, légèrement échancré en deçà du bec anal, crochets involvés, recouverts par une callosité épaisse. Surface externe, convexe au milieu, ornements composés de stries d'accroissement fines, irrégulières, partagées en deux régions par un sinus médian profond, suivi d'une partie dans laquelle les stries sont droites, puis elles reprennent obliquement leur courbure dans la région postérieure.

Rapports et différences. — Cette coquille, beaucoup plus globuleuse que les autres espèces miocènes, s'en distingue par l'ornementation de sa surface et la présence de la zone médiane dans laquelle les stries sont rectilignes.

TABLE DES NOTES ET MÉMOIRES

CONTENUS

dans le volume **XIX** du **Bulletin** (1919).

	Pages
<i>A. Lacroix</i> . — L'activité éruptive du volcan de la Réunion de 1802 à 1817, d'après les observations d'un témoin oculaire.....	3
<i>J. Repelin</i> . — Sur les espèces ou mutations nouvelles du genre <i>Entelodon</i> <small>AYMARD</small>	11
<i>M. Piroulet</i> . — Sur la succession des horizons d'Ammonites du Toarcien et de l'Aalénien des environs immédiats de Salins (Jura).....	15
<i>M. Lissajous</i> . — Quelques mots sur les Argiles à silex de Saône-et-Loire.	23
<i>P. Marty</i> . — Sur l'existence de coquilles marines dans l'isthme de Saint-Elme (Var).....	26
<i>F. Roman</i> . — Restes de Mammifères terrestres des argiles aquitaniennes marines de Fontcaude, près Montpellier.....	33
<i>Bourgeat</i> . — Les dolomies et les vallées sèches du Jura dôlois.....	37
<i>A. de Grossouvre</i> et <i>F. Canu</i> . — Sondage à Epeigné-sur-Dême (Indre-et-Loire).....	42
<i>J. Welsch</i> . — L'argile à Scrobiculaires des marais maritimes du Centre Ouest de la France.....	46
<i>J. de Lapparent</i> . — Les formations bréchiqnes entre les villages de Sallés et de Sère-Angelès et au N. du village de Boô (H.-P.).....	62
<i>J.-P. Voitești</i> . — Quelques remarques sur l'âge du sel des régions carpathiques.....	84
<i>M^{me} P. Lemoine</i> . — Contributions à l'étude des Corallinacées fossiles. — V. Les Corallinacées du Pliocène et du Quaternaire de Calabre et de Sicile recueillis par M. GIGNOUX.....	101
<i>A. Carpentier</i> . — ÉDOUARD BUREAU. Notice nécrologique.....	115
<i>W. Kilian</i> . — DAVID MARTIN. Notice nécrologique.....	121
<i>L. de Lamothe</i> . — V. COMMONT. Notice nécrologique.....	124
<i>Louis Gentil</i> . — ARMAND THEVENIN. Notice nécrologique.....	129
<i>Paul Bertrand</i> . — C. GRAND'ÉURY. Notice nécrologique.....	148
<i>G.-F. Dollfus</i> . — ALPHONSE BIÈCRE. Notice nécrologique.....	163
<i>Léon Bertrand</i> . — MICHEL LONGCRAMBON. Notice nécrologique.....	165
<i>D. Hollande</i> . — Le Nummulitique autochtone de la Balagne, en Corse...	171
<i>F. Canu</i> . — Bryozoaires crétaqués des Pyrénées.....	186
<i>F. Canu</i> . — Contribution à l'étude des Bryozoaires fossiles.....	212
<i>M^{lle} Augusta Hure</i> . — Notes sur la géologie et la tectonique du Bassin de la Vanne (Yonne).....	217
<i>G.-F. Dollfus</i> et <i>P.-H. Fritel</i> . — Catalogue raisonné des Characées fossiles du Bassin de Paris.....	243
<i>A. Carpentier</i> . — Notes d'excursions paléobotaniques à Chalonnés et Montjean (Maine-et-Loire).....	262
<i>P. Teilhard de Chardin</i> . — Sur la structure de l'île de Jersey.....	273
<i>Léon Moret</i> . — Sur la découverte au Roc de Chère (lac d'Annecy) des couches lacustres de l'Éocène.....	279
<i>M^{lle} S. Gillet</i> . — Sur la faune de Lamellibranches des gisements néocomiens pyrénéens.....	285
<i>F. Kerforne</i> . — Les variations de faciès du Dévonien dans le Massif armoricain.....	289
<i>J. de Lapparent</i> . — Grès, calcaires bréchiqnes et conglomérats d'Urcuit (Basses-Pyrénées, Bassin de l'Adour).....	295
<i>J. de Morgan</i> . — Contribution à l'étude de la faune des faluns de la Touraine.....	305

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

du Bulletin et du Compte Rendu sommaire
des séances de la Société géologique de France.

4^e série, tome XIX, année 1919,

par L. MÉMIN.

Les renvois aux pages du Bulletin sont en chiffres gras, les chiffres ordinaires
maigres se rapportent aux pages du Compte rendu sommaire.

A

Aalénien. Sur la succession des horizons d'Ammonites du Toarcien et de l'— des env. immédiats de Salins (Jura), par M. PIROUTET, 30, 45.

ABENDANON (E.-C.). Prés. d'ouvr., 12. — Les grands plis de l'écorce terrestre [Obs. de E. DE MARGERIE], 90.

Afrique. Découverte du Dévonien au Taffilalet, par POUMEUR [Obs. de H. DOUVILLÉ, L. JOLEAUD, P. TERMIER], 21. — La mission des nitrates au Sahara [Obs. de P. TERMIER], 56. — L'extension de l'Albien dans la région d'Aïn-Sefra, par J.-B. FLAMAND, 117.

Voir : *Algérie, Maroc, Méditerranée, Tunisie.*

Aisne. Obs. sur la Marne et l'—, par G. DENIZOT, 133.

Albanie. Sur les terrains tertiaires de l'— moyenne, par J. BOURCART, 83.

Albien. L'extension de l'— dans la région d'Aïn-Sefra, par J.-B. FLAMAND, 117.

Algérie. Sur les relations du Miocène et de son substratum (Trias et Crétacé), à la bordure nord de l'atlas tellien, dans la région de Relizane (—), par M. DALLONI, 139. — Le Crétacé inf. dans la vallée de la Tafna, par M. DALLONI, 149.

Voir : *Méditerranée.*

Alluvions. Obs. sur la Marne et l'Aisne, par G. DENIZOT, 133.

ALMERA (Jaime). Nécrologie, 37.

Alpes (Hautes-). Sur certains caractères du Sénonien sup. en Dévoluy, par P. LORY, 86.

Alpilles. Sur un nouveau gisement de Valanginien dans les —, près de St-Rémy-de-Provence (B.-du-R.), par P. DE BRUN, 119.

Aquitaine. Sur la distribution des Nummulites en —, par H. DOUVILLÉ, 57.

Aquitainien. Restes de Mammifères terrestres dans les argiles —nes marines de Fontcaude, près Montpellier, par Fr. ROMAN, 44, 33 (2 fig.).

ARABU (N.). Revue somm. des formations géol. du bassin de la mer de Marmara, 81. — Sur les mouvements des mers tertiaires et la tectonique des env. de la mer de Marmara, 101. — Les connections du bassin tertiaire de la mer de Marmara : vue d'ensemble sur la structure de l'Égéeide [Obs. de Ph. NÉGRIS, 134], 111.

Argiles à silex. Qq. mots sur les — de Saône-et-Loire, par M. LISSAJOUS, 44, 25.

Ariège. Note sur le Trias de Salies-du-Salat et de Betchat, par LÉON BERTRAND, 104.

Asie. Voir : *Chine.*

B

BARROIS (Ch.). Obs. au sujet de Jersey, 131.

DE BARY (Émile). Nécrologie, 1.

BIOCHE (Alphonse). Nécrologie, 66. — Not. néc., par G. DOLLFUS, 163.

BELOT (Émile). Prés. d'ouvr., 10.

BERGERON (J.). Nécrologie, 97.

BERTRAND (Léon). Allocution, 2, 65. — Sur le contact des massifs primaires du Labourd et du Baygoura, à Louhossoa (B.-P.), 15. — Obs. à propos des Maures, 61. — Notice nécrol. sur M. LONGCHAMON, 71. — Note sur le Trias de Salies-du-Salat et de Betchat, 104. — Not. néc. sur Michel LONGCHAMON, 165.

BERTRAND (Paul). Notice nécrologique sur GRAND'EURY, 72, 148.

Bibliographie. Publ. d'Ed. BUREAU, 119.

— Princ. ouvr. de V. COMMONT, 127.

— Publ. d'Armand THEVENIN, 145. —

Princ. publ. de GRAND'EURY, 160. —

Publ. géol. de Michel LONGCHAMON, 169.

BOREAU-LAJANADIE. Nécrologie, 69.

Bouches-du-Rhône. Sur un nouveau gisement de Valanginien dans les Alpilles, près de St-Rémy-de-Provence (—), par P. DE BRUN, 119.

BOURCART (Jacques). Note préliminaire sur les terrains sédimentaires de la région de Salonique, 77. — Sur les terrains tertiaires de l'Albanie moyenne, 83.

BOURGEAT. Les dolines et les vallées sèches du Jura dôlois, 79, 37 (1 c.).

Brèches. Les formations bréchiques entre les villages de Salles et de Sère-Angelès et au Nord du village de Boô (Htes-Pyr.). Étude lithologique, par J. DE LAPPARENT, 109, 62 (pl. 1-II).

— Grès, calcaires bréchiques et conglomérats d'Urcuit (B.-P.), bassin de l'Adour, par J. DE LAPPARENT, 126, 294 (pl. IX).

Bretagne. Les variations de facies du Dévonien dans le massif armoricain, par F. KERFORNE, 151, 289.

Britanniques (Iles). Voir : Jersey.

BRIVES (A.). Sur un gisement de phosphate pliocène dans les env. de Rabat (Maroc) [Obs. de L. CAYEUX, L. JOLEAUD, M. COSSMANN], 95.

BRUN (P. DE). Note sur un nouveau gisement de la zone à *Ludwigia concava* dans le Languedoc, 52. — Prés. d'ouvr., 106. — Sur un nouveau gise-

ment du Valanginien dans les Alpilles, près de St-Rémy-de-Provence (B.-du-R.), 119.

BUREAU (Édouard). Nécrologie, 66. — Notice nécrologique, par A. CARPENTIER, 115.

C

Calabre. Contr. à l'ét. des Corallinacées fossiles. V : Les Mélobésiées du Pliocène et du Quaternaire de — et de Sicile, par M^{me} Paul LEMOINE, 110, 101 (8 fig., pl. m).

CANU (F.). Bryozoaires crétacés des Pyrénées, 118, 186 (pl. IV-VI). — Contributions à l'étude des Bryozoaires fossiles, 118, 212.

CANU (A. DE GROSSOUVRE et F.). Sondage à Épeigné-sur-Dême (I.-et-L.), 53, 42.

Carbonifère. Sur un nouvel affleurement de trachyte (orthophyre) en Savoie, par P. TERMIER, W. KILIAN et M. GIGNOUX, 30.

Carpathes. Qq. remarques sur l'âge du sel des régions carpathiques, par J.-P. VOITESTI, 30, 84 (2 fig., 1 c.).

CARPENTIER (A.). Not. néc. sur Édouard BUREAU, 72, 115. — Notes d'excursions paléobotaniques à Chalonnnes et Montjean (M.-et-L.), 118, 262 (5 fig., pl. VII-VIII).

Cartes. Sur l'intérêt que présente l'établissement d'une carte hydro-géologique de la France, par R. CHARPIAT [Obs. de G. RAMOND et DELAMARRE], 17. — Env. de Dôle, 1/10 000, par BOURGEAT, 38. — Esquisse tectonique des terminaisons méridionales des nappes du Flysch des Carpathes, par J.-P. VOITESTI, 95. — Schémas des nappes nummulitiques en Corse, par D. HOLLANDE, 176, 184. — Bassin de la Vanne (Yonne), 1/240 000, par M^{lle} A. HURE, 225, 226, 239. — Carrières de Chalonnnes-sur-Loire, par A. CARPENTIER, 264. — Ile de Jersey, 1/120 000, par TEILHARD DU CHARDIN, 275.

CAYEUX (L.). Prés. d'ouvr., 11. — Obs. sur les phosphates du N de l'Afrique, 96.

Célèbes. Prés. d'ouvr. : Voyages géol. et géogr. à travers la — centrale, par ABENDANON (E.-C.), 12. — L'Oligocène de l'île —, par G.-F. DOLLFUS [Obs. de M. COSSMANN], 13.

CHARPIAT (R.). Sur l'intérêt que présente l'établissement d'une carte hydrogéol. de la France [Obs. de G. RAMOND et DELAMARRE], 17. — Obs. sur qqs. Tiaracérithidés lutétiens, 118.

CHAUTARD (J.). Prés. d'ouvr., 106.

Chine. Le service géologique de la Chine, par V. K. TING, 100.

CHOFFAT (Paul). Nécrologie, 121.

CHUDEAU (R.). Prés. d'ouvr., 107. — Obs. à propos de la géol. de Paris, 117. — Rapp. sur l'attribution du prix Fontannes à M. —, 74.

Commissions, Conseil, 1.

COMMENT (Victor). Nécrologie, 65. — Not. nécr., par L. DE LAMOTHE, 124.

CORNET (J.). Correspondance, 50.

Corse. Obs. sur la géol. de la —, par Eug. MAURY [Obs. de P. TERMIER], 41. — Le Nummulitique autochtone de la Balagne en Corse, par D. HOLLANDE, 106, 174 (4 fig.).

COSSMANN (M.). Obs. sur l'Éocène de Java, 15. — Prés. d'ouvr., 25, 89, 107, 135. — Obs. sur les phosphates africains, 96.

Crétacé. Notes sur la géol. et la tectonique du Bassin de la Vanne, par Augusta HURE, 22, 217 (8 fig., 1 c.). — Sondage à Épeigné-sur-Dême (I.-et-L.), par A. DE GROSSOUVRE et F. CANU, 53, 42. — Le — inf. dans la vallée de la Tafna, par M. DALLONI, 149. — Bryozoaires crétacés des Pyrénées, par F. CANU, 118, 186 (pl. IV-VI).

CURET (Albin). Nécrologie, 145.

D

DALLONI (M.). Sur les relations du Miocène et de son substratum, à la bordure N de l'Atlas Tellien, dans la région de Relizane (Algérie), 139. — Le Crétacé inf. dans la vallée de la Tafna, 149.

DEHORNE (M^{lle} Y.). Nécrologie, 97.

DELAMARRE. Obs. sur les cartes hydrogéol., 20.

DELAGE (A.). Nécrologie, 89.

DENIZOT (G.). Obs. sur la Marne et l'Aisne, 133.

DÉODAT DE DOLOMIEU. Documents sur —, 12, 136, 145.

Dévoluy. Sur certains caractères du Sénonien sup., en —, par P. LORY, 86.

Dévonien. Découverte du — au Tafilalet, par POIRMEUR [Obs. de H. DOUVILLÉ, L. JOLEAUD, P. TERMIER]. —

Les variations de faciès du — dans le Massif armoricain. par F. KERFORNE, 151, 289.

DOLLFUS (G.-F.). L'Oligocène de l'île Célébès, 13. — Obs. sur la ligne métropolitaine de Paris, n° 3, 28. — Prés. d'ouvr., 52. — Not. nécr. sur A. BIOCHE, 72. — Topographie et hydrologie de Paris [Obs. de Paul LEMOINE, L. JOLEAUD, G. RAMOND, R. CHUDEAU], 39, 84, 114, 124. — Not. nécr. sur Alp. BIOCHE, 163.

DOLLFUS (G.-F.) et P.-H. FRITEL. Catalogue raisonné des Characées fossiles du Bassin de Paris, 28, 243 (23 fig.).

DOLLOT (A.). Profil en long géol. du ch. de fer métrop. de Paris, ligne 3 [Obs. de G.-F. DOLLFUS, G. RAMOND], 25. — Profil en long géol. du ch. de fer métrop. de Paris, ligne 7 [Obs. de G. RAMOND], 136. — Profil en long géol. du ch. de fer métrop., ligne 5, ligne 8 [Obs. de G. RAMOND], 145.

Dore (Monts). Sur les dislocations du substratum du massif volcanique des — et sur la préparation à l'activité volcanique dans ce massif, par Ph. GLANGEAUD, 93.

DOUVILLÉ (H.). Prés. d'ouvr., 17, 108, 123, 145. — Découverte du Dévonien au Tafilalet, par POIRMEUR [Obs. de P. TERMIER et L. JOLEAUD], 21. — Les Nummulites, évolution et classification, 55. — Sur la distribution des Nummulites en Aquitaine, 57. — L'Éocène inf. en Aquitaine et dans les Pyrénées, 123. — Une coupe géol. des env. de Chamonix [Obs. de E. DE MARGERIE, P. TERMIER], 132.

E

Éocène. Obs. à propos de l'— à Naxos, par Ph. NÉGRIS, 134. — Sur la découverte au Roc de Chère (lac d'Annecy) des couches lacustres de l'—, par L. MORET, 135, 279 (2 fig.).

F

FLAMAND (J.-B.). L'extension de l'Albien dans la région d'Aïn-Sefra, 117. — Nécrologie, 145.

FLEURY (Ernest). Prés. d'ouvr., 11.

FRAIPONT (Ch.). Prés. d'ouvr., 9.

FRIREN (A.). Nécrologie, 9.

FRITEL (G. DOLLFUS et P.-H.). Catalogue raisonné des Characées fossiles du Bassin de Paris, 28, 243 (23 fig.).

G

- Gard*. Note sur un nouv. gisement de la z. à *Ludwigia concava* dans le Languedoc, par P. DE BRUN, 52.
- Garonne (Haute-)*. Note sur le Trias de Salies-du-Salat et de Betchat, par LÉON BERTRAND, 104.
- GENNEVAUX (Maurice). Nécrologie, 9. — Notice nécrologique, par FR. ROMAN, 66.
- GENTIL (Louis). Rapport sur l'attribution du prix Fontannes à M. R. CHUDEAU, 74.
- GENTIL (L.) et L. JOLEAUD. Notice nécrol. sur A. THEVENIN, 71, 129 (portrait).
- GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. Prés. d'ouv. : « Les lapiés des calcaires au Nord du Tage », par E. FLEURY, 11. — Les dolines et les vallées sèches du Jura dolois, par BOURGEAT, 79, 37 (1 c.).
- GIGNOUX (P. TERMIER, W. KILIAN et M.). Sur un nouvel affleurement de trachyte (orthophyre), en Savoie, 30.
- GILLET (M^{lle} S.). Sur la faune de Lamelibranches des gisements néocomiens pyriteux, 151, 285.
- GLANGEAUD (Ph.). Prés. d'ouv., 76, 77. — Sur une série d'affleurements permien alignés le long d'une dislocation varisque à St-Sauves, Laqueuille et Rochefort (Puy-de-Dôme), 92. — Sur les dislocations du substratum du massif volcanique des Monts-Dore et sur la préparation à l'activité volcanique dans ce massif, 93.
- GORCEIX. Nécrologie, 121.
- GRAND'EURY (C.). Nécrologie, 72. — Not. néc., par Paul BERTRAND, 148.
- Grèce, Obs. à propos de l'Éocène à Naxos, par Ph. NÉGRIS, 134. Voir : *Albanie, Macédoine, Salonique*.
- GROSSOUVRE (A. DE). Calcaires lacustres dans la basse vallée du Vardar en Macédoine, 62.
- GROSSOUVRE (A. DE) et F. CANU. Sondage à Épeigné-sur-Dême (Indre-et-Loire), 53, 42.
- Guerre (Chronique de la)*. Lettre de la Société géol. d'Amérique, 9. — Note de M. FRAIFONT, 9. — Collection César, 9. — Reconstitution des collections de Louvain, 45. — Lettre de J. CORNET, 50. — Allocution de Léon BERTRAND, 2, 69. — Allocution de E. DE MARGERIE, 3.

H

- HABETS (Alfred). Nécrologie, 9.
- HARMER. Prés. d'ouv., 52.
- HAUG (Ém.). Obs. à propos des Maures, 61.
- Helvétien*. Contr. à l'ét. des faluns de la Touraine, par J. DE MORGAN, 127.
- Hérault*. Restes de Mammifères terrestres dans les argiles aquitaniennes marines de Fontcaude, près Montpellier, par FR. ROMAN, 44, 33 (2 fig.).
- HOLLANDE (D.). Le Nummulitique autochtone de la Balagne en Corse, 106, 174 (4 fig.).
- Houiller*. Sur le prolongement, au Sud, du long chenal — du Massif Central de la France, par G. MOURET, 131. — Voir : *Carbonifère, Dévonien*.
- HURE (M^{lle} Augusta). Notes sur la géol. et la tectonique du bassin de la Vanne (Yonne), 22, 247 (8 fig., 1 c.).

I

- Indre-et-Loire*. Sondage à Épeigné-sur-Dême (—), par A. DE GROSSOUVRE et F. CANU, 53, 42.
- Italie*. Voir : *Calabre, Sicile*.

J

- Jersey*. Sur la structure de l'île de —, par P. TEILHARD DE CHARDIN [Obs. de P. TERMIER, Ch. BARROIS], 130, 273 (1 fig., 1 c.).
- JOLEAUD (L.). Obs. sur la houille près de Colomb-Béchar, 22. — Prés. d'ouv., 37, 99, 130. — Obs. sur les phosphates africains, 96. — Obs. à propos de la géol. de Paris, 116.
- JOURDY (E.). Prés. d'ouv., 136.
- Jura*. Sur la succession des horizons d'Ammonites du Toarcien et de l'Aalénien des env. immédiats de Salins (—), par M. PIROUTET, 30, 15. — Les dolines et les vallées sèches du — dolois, par BOURGEAT, 79, 37 (1 c.).
- Jurassique*. Note sur un nouv. gisement de la zone à *Ludwigia concava* dans le Languedoc, par P. DE BRUN, 52.

K

- KERFORNE (F.). Prés. d'ouv., 56. — Les variations de faciès du Dévonien dans le Massif armoricain, 151, 289.

KILIAN (W.). Not. nécr. sur David MARTIN, 72, 121.

KILIAN (P. TERMIER, W.) et M. GIGNOUX. — Sur un nouvel affleurement de trachyte (orthophyre) en Savoie, 30.

L

LACROIX (Alfred). Prés. d'ouvr., 12, 136, 145. — L'activité éruptive du volcan de la Réunion, de 1802 à 1817, d'après les observations d'un témoin oculaire, 16, 3. — Correspondance, 80. — Rapport de M. Pierre TERMIER sur l'attribution de la méd. Gaudry à M., 72. — Remerciements, 80.

LAMOTHE (Général de). Not. nécr. sur V. COMMONT, 72, 124.

Languedoc. Note sur un nouv. gisement de laz. à *Ludwigia concava* dans le —, par P. DE BRUN, 52.

LAPPARENT (J. de). Prés. d'ouvr., 108. — Les formations bréchiq. entre les villages de Salles et de Sère-Argelès et au N du village de Boô (H.-Pyr.). Étude lithologique, 109, 62 (pl. I-II). — Grès, calcaires bréchiq. et conglomérats d'Urcuit (B.-P., bassin de l'Adour), 126, 295 (pl. IX).

LARGER (Dr). Nécrologie, 121.

LAUBY (A.). Nécrologie, 121.

LEMOINE (Paul). Obs. à propos de la géol. de Paris, 116.

LEMOINE (M^{me} Paul). Contributions à l'étude des Corallinacées fossiles : V. Les Corallinacées du Pliocène et du Quaternaire de Calabre et de Sicile, recueillies par M. GIGNOUX, 110, 401 (8 fig., pl. III).

LEVAT (David). Nécrologie, 68.

LISSAJOUS (Marcel). A propos de *Belemnites canaliculatus* SCHL., 43. — Qqs. mots sur les Argiles à silex de Saône-et-Loire, 44, 23.

LOIR (E.). Carte géol. de l'Afrique équatoriale française, 107.

Loir-et-Cher. Contr. à l'étude des faluns de la Touraine, par J. DE MORGAN, 127, 305 (43 fig.).

LONGCHAMBOX (Michel). Not. nécr., par LÉON BERTRAND, 165.

LORY (P.). Prés. d'ouvr., 80. — Sur certains caractères du Sénonien sup. en Dévoluy, 86.

M

Macédoine. Calcaires lacustres dans la basse vallée du Vardar, en —, par A. DE GROSSOUVE, 62.

Maine-et-Loire. Notes d'excursions paléobotaniques à Chalonnès et Montjean (—), par A. CARPENTIER, 118, 262 (5 fig., pl. VII-VIII).

Marais maritimes. L'argile à Scrobiculaires des — du Centre-Ouest de la France, par J. WELSCH, 96, 46 (2 fig.).

MARGERIE (Emm. de). Allocution, 3 (pl., frontispice). — Prés. d'ouvr., 9, 10, 17, 49, 54, 55, 121. — Obs. à propos des plis de l'Écorece terrestre, 90. — Obs. à propos de la géol. des Aiguilles rouges, 133.

Marmara (Mer de). Revue somm. des formations géol. du bassin de la —, par N. ARABU, 81. — Sur les mouvements des mers tertiaires et la tectonique des env. de la —, par N. ARABU, 101. — Les connexions du bassin tertiaire de la —; vue d'ensemble sur la structure de l'Égée, par N. ARABU, 111.

Marne. Obs. sur la — et l'Aisne, par G. DENIZOT, 133.

Maroc. Sur un gisement de phosphate pliocène dans les env. de Rabat (—), par A. BRIVES [Obs. de L. CAYEUX, L. JOLEAUD, M. COSSMANN], 95.

MARTIN (David). Nécrologie, 66. — Notice nécr., par W. KILIAN, 121.

MARTY (Pierre). Sur l'existence de coquilles marines dans l'isthme de Saint-Elme (Var), 44, 26.

Massif Central. Sur le prolongement, au Sud, du long cheval houiller du — de la France, par G. MORET, 131.

MAUGER (G.-E.). Nécrologie, 69.

Maures. L'histoire de la chaîne des —, par Ph. ZURCHER [Obs. de E. HAUG, LÉON BERTRAND], 58.

MAURY (Eug.). Obs. sur la géol. de la Corse [Obs. de P. TERMIER], 41.

Méditerranée. Les chotts tunisiens et la régression quaternaire, par Phocion NÉGRIS, 22. — Note sur la régression quaternaire, par Phocion NÉGRIS, 33.

MICHEL (Léopold). Nécrologie, 121.

Minerais de fer. Prés. d'ouvr. : « l'Inventaire des — armoricains », par L. CAYEUX, 11.

Miocène. Sur les relations du — et de son substratum (Trias et Crétacé) à la bordure nord de l'Atlas tellien dans la région de Relizane (Algérie), par M. DALLONI, 139.

Montpellier. Sur qq. restes de Mammifères terrestres dans les argiles aquitaniennes marines de Fontcaude, près —, par Fr. ROMAN, 44.

MORET (Léon). Sur la découverte au roc de Chère (lac d'Annecy) de couches lacustres de l'Éocène, 135, **279** (2 fig.).
 MORGAN (J. DE). Contribution à l'étude de la faune des faluns de la Touraine, 127, **305** (43 fig.).
 MOURET (G.). Sur le prolongement, au Sud, du long chenal houiller du Massif Central de la France, 131.

N

Nécrologie. ALMERA (Jaime), 37. — DE BARY (Émile), 1. — BERGERON (Jules), 97. — BIOCHE (Alph.), 66, **163**. — BOREAU-LAJANADIE, 69. — BUREAU (Édouard), 66, **145**. — CHOFFAT (Paul), 121. — COMMONT (Victor), 65, **124**. — CURET (Albin), 145. — DEHORNE (Yvonne), 97. — DELAGRÉ (Aug.), 89. — FRIREN (A.), 9. — FLAMAND (G.-B.), 145. — GENNEVAUX (M.), 9, 66. — GORCEIX, 121. — GRAND'EURY (C.), 72, **148**. — HABETS (Alfred), 9. — LARGER, 121. — LAUBY (A.), 121. — LEVAT (David), 68. — LONGCHAMBON (Michel), **165**. — MARTIN (David), 66, **121**. — MAUGER (G.-E.), 69. — MICHEL (Léopold), 121. — PRIEM (F.), 54. — RAMBAUD (Louis), 69. — REYCKAERT (Jules), 49. — ROBINEAU (Th.), 9. — THÉVENIN (Armand), 65, **129** (portr.) VAFFIER, 121. — VIDAL DE LA BLACHE, 66. — VILLAIN (Paul), 69.
 NÉGRIS (Phocion). Les chotts tunisiens et la régression quaternaire, 22. — Note sur la régression quaternaire, 33. — Obs. à propos de l'Éocène à Naxos, 134.

Néocomien. Sur la faune de Lamelli-branches des gisements —s pyriteux, par M^{lle} S. GILLET, 151, **285**.

Nummulitique. Obs. sur la géologie de la Corse [Obs. de P. TERMIER], par E. MAURY, 41. — Les Nummulites, évolution et classification, par H. DOUVILLÉ, 55. — Sur la distribution des Nummulites en Aquitaine, par H. DOUVILLÉ, 57. — Le Nummulitique autochtone de la Balagne en Corse, par D. HOLLANDE, 106, **171** (4 fig.).

O

Océanie. Voir : Célèbès.

Oligocène. L'— de l'île Célèbès, par G.-F. DOLLFUS [Obs. de M. COSSMANN], 13.

Onest de la France. L'argile à Scrobi-

culaires des marais maritimes du Centre—, par J. WELSCH, 96, **46** (2 fig.).

P

Paléobotanique. Catalogue raisonné des Characées fossiles du Bassin de Paris, par G. DOLLFUS et P.-H. FRITEL, 28, **243** (23 fig.). — Contrib. à l'ét. des Corallinacées fossiles. V : Les Mélobésiées du Pliocène et du Quaternaire de Calabre et de Sicile, par M^{me} Paul LEMOINE, 110, **401** (8 fig., pl. III). — Notes d'excursions paléobotaniques à Chalonnès et Montjean (M.-et-L.), par A. CARPENTIER, 118, **261** (5 fig., pl. VII-VIII).

Paléozoologie. Prés. d'ouvr. : « Considérations sur l'architecture des squelettes des invertébrés », par L. CAYEUX, 12. — Prés. d'ouvr. : « Essais de Paléoconchologie comparée », par M. COSSMANN, 25. — A propos de *Belemnites canaliculatus* SCHL., par M. LISSAJOUS, 43. — Restes de Mammifères terrestres dans les argiles aquitaniennes marines de Fontcaude près Montpellier, par Fr. ROMAN, 44, **33** (2 fig.). — Les Nummulites, évolution et classification, par H. DOUVILLÉ, 55. — Sur les migrations des Mammifères, par L. JOLEAUD, 99. — Sur les espèces ou mutations nouv. du genre *Entelodon* AYMARD, par J. REPELIN, 22, **41**. — Bryozoaires crétacés des Pyrénées, par F. CANU, 118, **186** (pl. IV-VI). — Contrib. à l'ét. des Bryozoaires foss., par F. CANU, 118, **242**. — Sur la faune de Lamelli-branches des gisements néocomiens pyriteux, par M^{lle} S. GILLET, 151, **285**. — Contr. à l'ét. de la faune des faluns de la Touraine, par J. DE MORGAN, 127, **305** (43 fig.).

Paris. Profil en long géol. du ch. de fer métrop. de —, ligne n° 3, par A. DOLLOT [Obs. de G.-F. DOLLFUS, G. RAMOND], 25. — Topographie et hydrologie de —, par G. DOLLFUS, 39, 84, 114, 124 [Obs. de Paul LEMOINE, L. JOLEAUD, R. CHUDEAU, G. RAMOND]. — Profil en long géol. du ch. de fer métrop., ligne 7 [Obs. de G. RAMOND], 136. — Profil en long géol. du ch. de fer métrop., ligne 5, ligne 8 [Obs. de G. RAMOND], 145.

Paris (Bassin de). Catalogue raisonné des Characées fossiles du —, par G. DOLLFUS et P.-H. FRITEL, 28, **243** (23 fig.).

Note sur la géol. et la tectonique du bassin de la Vanne (Yonne), par Auguste HUBÉ, 22, 217 (8 fig., 1 c.).

Permien. Sur un nouvel affleurement de trachyte (orthophyre) en Savoie, par P. TERMIER, W. KILIAN et M. GIGNOUX, 30. — Sur une série d'affleurements —s alignés le long d'une dislocation varisque à St-Sauves, Laqueuille et Rochefort (P.-de-D.), par Ph. GLANGEAUX, 92.

Pétrographie. Prés. d'ouv. : « Considérations sur l'architecture des squelettes des Invertébrés », par L. CAYEUX, 12.

Phosphate. Sur un gisement de — pliocène dans les env. de Rabat (Maroc), par A. BRIVES [Obs. de L. CAYEUX, L. JOLEAUD, M. COSSMANN], 95.

PIROUTET (M.). Sur la succession des horizons d'Ammonites du Toarcien et de l'Aalénien aux env. immédiats de Salins (Jura), 30, 45.

Pliocène. Sur un gisement de phosphate — dans les env. de Rabat (Maroc), par A. BRIVES [Obs. de L. CAYEUX, L. JOLEAUD, M. COSSMANN], 95. — Contr. à l'ét. des Corallinacées fossiles. V : Les Mélobésiées du — et du Quaternaire de Calabre et de Sicile, par M^{me} Paul LEMOINE, 110, 404 (8 fig., pl. III).

POIRMEUR. Découverte du Dévonien au Tafilalet, par — [Obs. de H. DOUVILLÉ, L. JOLEAUD, P. TERMIER], 21.

Portugal Prés. d'ouv. : « Les lapiés des calcaires au Nord du Tage », par E. FLEURY, 11.

PRIEM (F.). Nécrologie, 51.

Primaire. Sur le contact des massifs —s du Labourd et du Baygoura, à Louhossoa (B.-Pyr.), par Léon BERTRAND, 15. — Notes d'excursions paléobotaniques à Chalonnès et Montjean (M.-et-L.), par A. CARPENTIER, 118, 261 (5 fig., pl. VII-VIII).

Priz. Attribution des —, 71.

Puy-de-Dôme. Sur une série d'affleurements permien alignés le long d'une dislocation varisque à St-Sauves, Laqueuille et Rochefort (—), par Ph. GLANGEAUX, 92. — Sur les dislocations du substratum du massif volcanique des Monts Dore et sur la préparation à l'activité volcanique dans ce massif, par Ph. GLANGEAUX, 93.

Pyrénées. Bryozoaires crétacés des —, par F. CANU, 118, 486 (pl. IV-VI).

Pyrénées (Basses-). Sur le contact des

massifs primaires du Labourd et du Baygoura, à Louhossoa (—), par Léon BERTRAND, 15. — Grès, calcaires bréchiques et conglomérats d'Urcuit (—), bassin de l'Adour, par J. DE LAPPARENT, 126, 295 (pl. IX).

Pyrénées (Hautes-). Les formations bréchiques entre les villages de Salles et de Sère-Argelès et au Nord du village de Boô (—). Étude lithologique, par J. DE LAPPARENT, 109, 62 (pl. I-II).

Q

Quaternaire. Les chotts tunisiens et la régression —, par Phocion NÉGRIS, 22. — Note sur la régression —, par Phocion NÉGRIS, 33. — Contrib. à l'ét. des Corallinacées fossiles. V : Les Mélobésiées du Pliocène et du — de Calabre et de Sicile, par M^{me} Paul LEMOINE, 110, 404 (8 fig., pl. III). — Sur l'existence de coquilles marines dans l'isthme de Saint-Elme (Var), par P. MARTY, 44, 26. — L'argile à Scrobiculaires des marais maritimes dans le Centre-Ouest de la France, par J. WELSCH, 96, 46 (2 fig.).

R

RAMBAUD (Louis). Nécrologie, 69.

RAMOND (J.). Obs. sur les cartes hydrogéo., 20. — Obs. à propos de la ligne métrop. n° 3 à Paris, 28. — Obs. à propos de la géol. de Paris, 40, 117, 136, 149. — Les charbonnages du Sptizberg, 122.

REPELIN (J.). Sur les espèces ou mutations nouvelles du genre *Entelodon* AYMARD, 22, 44. — Sur l'enseignement géol., 51.

Réunion. L'activité éruptive du volcan de la —, de 1802 à 1817, d'après les obs. d'un témoin oculaire, par A. LA-CROIX, 3.

REYCKAERT (J.). Nécrologie, 49.

ROBINEAU (Th.). Nécrologie, 9.

ROMAN (Fr.). Restes de Mammifères terrestres dans les argiles aquitaniennes marines de Fontcaude, près Montpellier, 44, 33 (2 fig.).

Roumanie. Voir : *Carpathes*.

S

Salonique. Note prélim. sur les terr. sédimentaires de la région de —, par J. BOURCART, 77.

- Saône-et-Loire*. Qq. mots sur les argiles à silex de —, par M. LISSAJOUS, 44, 23.
- Savoie*. Sur un nouvel affleurement de trachyte (orthophyre), en —, par P. TERMIER, W. KILIAN et M. GIGNOUX, 30.
- Savoie (Hte-)*. Une coupe géol. des env. de Chamonix, par H. DOUVILLÉ [Obs. de P. DE MARGERIE, P. TERMIER], 132. — Sur la découverte au Roc de Chère (lac d'Annecy) des couches lacustres de l'Éocène, par L. MORET, 135, 279 (2 fig.).
- Secondaire*. A propos de *Belemnites canaliculatus* SCHL., par M. LISSAJOUS, 43. — Note prélim. sur les terr. sédimentaires de la région de Salonique, par J. BURCART, 77. — Une coupe géol. des env. de Chamonix, par H. DOUVILLÉ [Obs. de E. DE MARGERIE, P. TERMIER], 132. — Sur les relations du Miocène et de son substratum (Trias et Crétacé) à la bordure nord de l'Atlas tellien dans la région de Relizane (Algérie), par M. DALLONI, 139. — Qq. remarques sur l'âge du sel des régions carpathiques, par J.-P. VOITESTI, 30, 84 (2 fig., 1 c.). — Contrib. à l'ét. des Bryozoaires fossiles, par F. CANU, 118, 212.
- Sel*. Qq. remarques sur l'âge du — des régions carpathiques, par J.-P. VOITESTI, 30, 84 (2 fig., 1 c.).
- Sénonien*. Sur certains caractères du — sup. en Dévoluy, par P. LORY, 86.
- Sicile*. Contr. à l'ét. des Corallinacées fossiles. V : Les Mélobésiées du Pliocène et du Quaternaire de Calabre et de —, par M^{me} Paul LENOINE, 110, 101 (8 fig., pl. III).

T

- Tectonique*. Sur le contact des massifs primaires du Labourd et du Baygoura, à Louhossoa (B.-Pyr.), par LÉON BERTRAND, 15. — Les grands plis de l'écorce terrestre, par E.-C. ABENDANON [Obs. de E. DE MARGERIE], 90. — Sur les dislocations du substratum du massif volcanique des Monts Dore et sur la préparation à l'activité volcanique dans ce massif, par Ph. GLANGEAUD, 93. — Sur les mouvements des mers tertiaires et la — des env. de la mer de Marmara, par N. ARABU, 101. — Note sur le Trias de Salies-du-Salat et de Betchat, par LÉON BERTRAND, 104. — Les connexions du bas-

sin tertiaire de la mer de Marmara ; vue d'ensemble sur la structure de l'Égée, par N. ARABU, 111. — Une coupé géol. des environs de Chamonix, par H. DOUVILLÉ [Obs. de E. DE MARGERIE, P. TERMIER], 132. — Qq. remarques sur l'âge du sel des régions carpathiques, par J.-P. VOITESTI, 30, 84 (2 fig., 1 c.).

- TEILHARD DE CHARDIN (P.). Sur la structure de l'île de Jersey [Obs. de P. TERMIER, Ch. BARROIS], 130, 273 (1 fig., 1 c.).
- TERMIER (P.). Obs. sur la houille de Colomb-Béchar, 22. — Obs. à propos de la géol. de la Corse, 42. — La mission des nitrates au Sahara, 56. — Rapports sur l'attribution de la médaille Gaudry à M. Alfred LACROIX, 72. — Obs. au sujet de Jersey, 131. — Obs. à propos de la géol. du Mont Blanc, 133.
- TERMIER (P.), W. KILIAN et M. GIGNOUX. Sur un nouvel affleurement de trachyte (orthophyre) en Savoie, 30.
- Tertiaire*. Profil en long géol. du ch. de fer métrop. de Paris, ligne n° 3, par A. DOLLOT [Obs. de G. DOLLFUS, G. RAMOND], 25. — Catalogue raisonné des Characées fossiles du Bassin de Paris, par G. DOLLFUS et P.-H. FRITEL, 28, 243 (23 fig.). — Calcaires lacustres dans la basse vallée du Vardar en Macédoine, par A. DE GROSSOUVRE, 62. — Note prélim. sur les terrains sédimentaires de la région de Salonique, par J. BURCART, 77. — Sur les terrains — de l'Albanie moyenne, par J. BURCART, 83. — Sur les mouvements des mer —s et la tectonique des env. de la mer de Marmara, par N. ARABU, 101. — Les connexions du bassin — de la mer de Marmara ; vue d'ensemble sur la structure de l'Égée, par N. ARABU, 111. — Contr. à l'ét. de la faune des faluns de la Touraine, par J. DE MORGAN, 127, 304 (43 fig.).
- THEVENIN (Armand). Nécrologie, 65. — Not. nécrol., par L. GENTIL, 125 (portrait).
- TING (V.-K.). Le Service géol. de la Chine, 101.
- Toarcien*. Sur la succession des horizons d'Ammonites du — et de l'Aalénien des env. immédiats de Salins (Jura), par M. PIROUTET, 30, 15.
- Touraine*. Contr. à l'ét. de la faune des faluns de la —, par J. DE MORGAN, 127, 305 (43 fig.).

Trias. Note sur le — de Salies-du-Salat et de Betchat, par LÉON BERTRAND, 104.

Tunisie, Les chotts — ns et la régression quaternaire, par Phocion NÉGIUS, 22.

Voir : *Méditerranée*.

Turquie. Voir : *M. de Marmara*.

V

VAFFIER (Dr). Nécrologie, 121.

Valanginien. Sur un nouveau gisement de — dans les Alpilles, près de Saint-Rémy-de-Provence (B.-du-R.), par P. DE BRUN, 119.

Var. L'Histoire de la chaîne des Maures, par Ph. ZURCHER, 58. — Sur l'existence de coquilles marines dans l'isthme de Saint-Elme (—), par P. MARTY, 44, 26.

VIALAY (A.). Prés. d'ouv., 107.

VIDAL DE LA BLACHE. Nécrologie, 66.

VILLAIN (Paul). Nécrologie, 69.

VOITESTI (J.-P.). Qqs remarques sur l'âge du sel des régions carpathiques, 30, 84 (2 fig., 1 c.).

Volcanisme. Les phénomènes volcaniques : expériences récentes, par G. ZEIL, 31. — L'activité éruptive du volcan de la Réunion, de 1802 à 1817, d'après les obs. d'un témoin oculaire, par A. LACROIX, 3.

W

WELSCH (J.). L'argile à Scrobiculaires des marais maritimes du Centre-Ouest de la France, 96, 46 (2 fig.).

Y

Yonne. Notes sur la géol. et la tectonique du Bassin de la Vanne, par M^{lle} Augusta HURE, 22, 217 (8 fig., 1 c.).

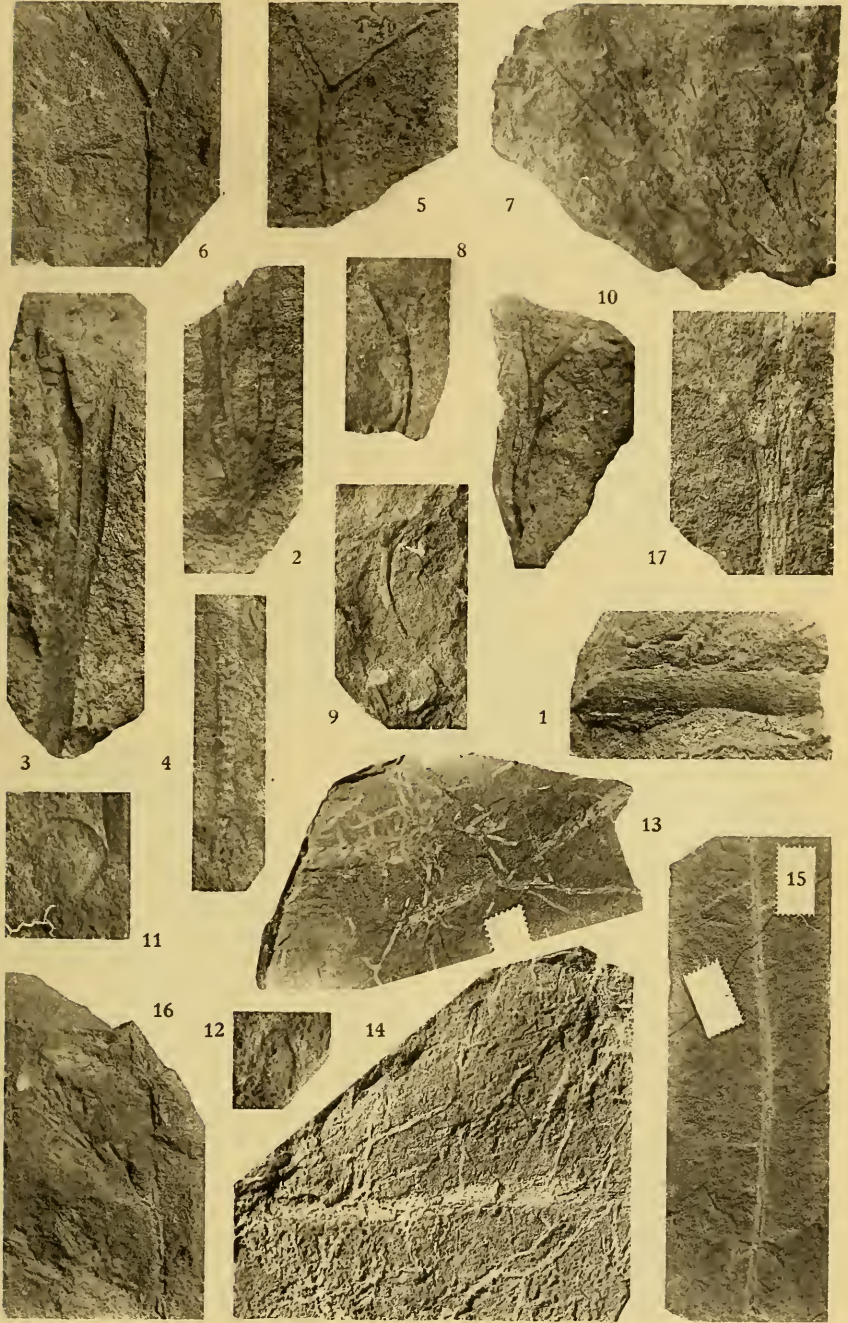
Z

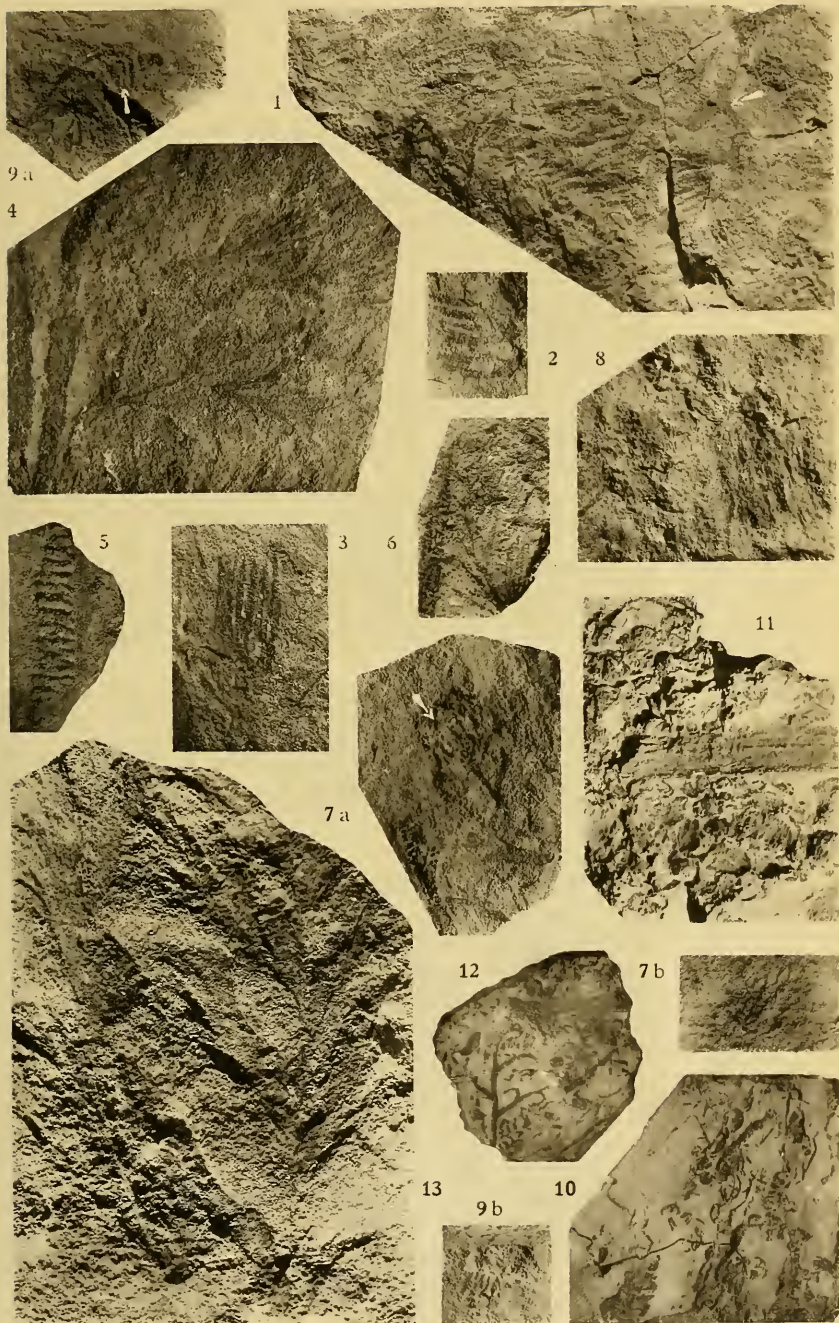
ZEIL (G.). Les phénomènes volcaniques : expériences simples, 31.

ZURCHER (Ph.). L'histoire de la chaîne des Maures [Obs. de E. HAUG, LÉON BERTRAND], 58.

DATES DE PUBLICATION
des fascicules qui composent ce volume.

Fascicule 1-2	—	(Feuilles 1-8, pl. I-III, 1 vue en frontispice)	Mars 1920.
— 4-6	—	(— 9-14, pl. IV-VI, 1 portrait)	Mai 1920
— 7-9	—	(— 15-23, pl. VII-IX)	Novembre 1920





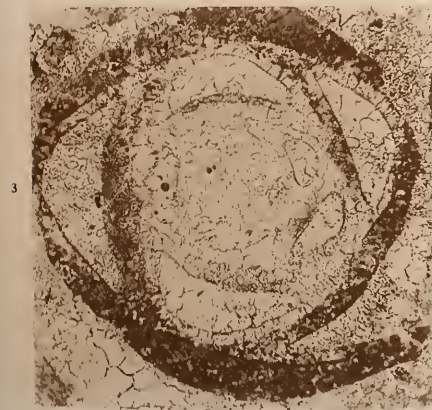
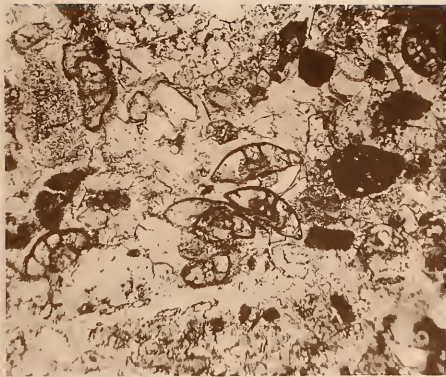
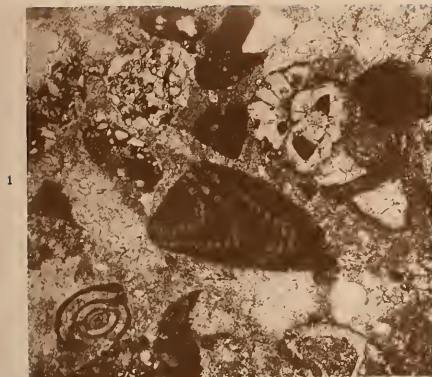




2



4



MÉMOIRES-GÉOLOGIE

Paraissant irrégulièrement depuis 1833, format in-4° raisin. Prix divers. (50 % pour les Membres de la Société.)

Extrait du Catalogue.

COSSMANN et LAMBERT. Étude paléontologique et stratigraphique sur le terrain oligocène marin des environs d'Etampes. 88 p., 1 tabl., 6 pl.....	20 fr.
Ph. THOMAS. Recherches stratigraphiques et paléontologiques sur quelques formations d'eau douce de l'Algérie. 54 p., 1 tabl., 5 pl.....	4 »
COSSMANN. Contribution à l'étude de la faune de l'étage bathonien en France (Gastropodes). 374 p., 18 pl.....	30 »
TERQUEM. Les Entomostracés Ostracodes du système oolithique de la zone à Am. Parkinsoni de Fontoy (Moselle). 46 p., 6 pl.....	4 »
TERQUEM. Les Entomostracés Ostracodes du Fuller's Earth des environs de Varsovie. 112 p., 12 pl.....	6 »
C. GRAND'ÉURY. Formation des couches de houille et du terrain houiller. 196 p., 10 pl.....	20 »
H. FILIOL. Études sur les vertébrés fossiles d'Issel (Aude).....	16 »
G. COTTEAU. Echinides éocènes de la province d'Alicante. 107 p., 16 pl.....	15 »
A. DOLLOT, P. GOBILLE et G. RAMOND. Les grandes plâtrières d'Argenteuil (Seine-et-Oise). Historique, genèse et distribution des formations gypseuses de la région parisienne. 48 p., 7 fig., 4 pl.....	5 »
P.-L. PREYER. Aperçu géologique sur la colline de Turin. 48 p., 7 fig., 1 carte..	8 »
G. ZEIL. Contribution à l'étude géologique du Haut-Tonkin. — H. LANTENOIS. Note sur la géologie de l'Indo-Chine. — René de LAMOTHE. Note sur la géologie du Cambodge et du Bas-Laos. 80 p., 4 pl., 3 cartes en couleurs.....	12 »
Général de LAMOTHE. Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger et d'une partie de la côte algérienne. 288 p., 3 pl., 1 carte en couleurs.....	15 »
LÉON CAREZ. Résumé de la Géologie des Pyrénées françaises. 132 p., 1 pl., 6 cartes en couleurs.....	15 »
Maurice LUGEON. Étude géologique sur le projet de Barrage du Haut-Rhône français à Génissiat (près de Bellegarde). 136 p., 7 pl.....	15 »

MÉMOIRES-PALÉONTOLOGIE

PAR SOUSCRIPTION PAYABLE AVANT L'APPARITION DU VOLUME ANNUEL :
FRANCE, 30 FRANCS, FRANCO. — ÉTRANGER, 35 FRANCS: FRANCO

Liste des Mémoires qui se vendent isolément :

Une remise de 20 % est accordée sur ces prix aux Membres de la Société.

2. J. SEYNES. Contributions à l'étude des Céphalopodes du Crétacé supérieur de France. 6 pl., 22 p.....	15 fr.
3. Ch. DÉPÉRET. Les Animaux pliocènes du Roussillon. 17 pl., 188 p.....	60 »
5. G. DE SAPORTA. Recherches sur les végétaux du niveau aquitainien de Manosque. 20 pl., 83 p.....	35 »
14. M. COSSMANN. Contribution à la Paléontologie française des terrains jurassiques (en cours); Études sur les Gastropodes des terrains jurassiques: Opisthobranches. 6 pl., 168 p.....	25 »
15. S. STEFANEȘCU. Études sur les terrains tertiaires de la Roumanie; Contribution à l'étude des faunes sarmatique, pontique et levantine. 11 pl., 152 p.....	15 »
19. M. COSSMANN. Contribution à la Paléontologie française des terrains jurassiques (en cours); Gastropodes: Nérinées. 13 pl., 180 p.....	35 »
20. V. POPOVICI-HATZEG. Contribution à l'étude de la faune du Crétacé supérieur de Roumanie; Environs de Campulung et de Sinaia. 2 pl., 22 p.....	6 »
21. R. ZEILLER. Étude sur la flore fossile du bassin houiller d'Héraclée (Asie-Mineure). 6 pl., 91 p.....	15 »
22. P. PALLARY. Sur les Mollusques fossiles terrestres, fluviatiles et saumâtres de l'Algérie. 4 pl., 218 p.....	10 »
23. G. SAYN. Les Ammonites pyriteuses des marnes valanginiennes du Sud-Est de la France (en cours). 6 pl., 69 p.....	17 »
24. J. LAMBERT. Les Echinides fossiles de la province de Barcelone. 9 pl., 128 p.....	18 »
25. H.-E. SAUVAGE. Recherches sur les Vertébrés du Kiméridgien supérieur de Fumel (Lot-et-Garonne). 5 pl., 36 p.....	12 »

26. Ch. DEPÉRET et F. ROMAN. Monographie des Pectinidés néogènes de l'Europe et des régions voisines (1 ^{re} partie : genre <i>Pecten</i>) (en cours). 23 pl., 169 p.....	60 fr.
27. G. DOLLFUS et Ph. DAUTZENBERG. Conchyliologie du Miocène moyen du Bassin de la Loire; Description des gisements fossilifères; Pélécypodes. 51 pl., 500 p.....	150 "
28. Marcellin BOULE. Le <i>Pachyena</i> de Vaugirard. 2 pl., 16 p.....	5 "
29. V. PAQUIER. Les Rudistes urgoniens. 13 pl., 102 p.....	28 "
30. Ar. TOUCAS. Etudes sur la classification et l'évolution des Hippurites. 17 pl., 128 p.....	38 "
31. Albert GAUDRY. Fossiles de Patagonie : Dentition de quelques Mammifères. 28 p., 12 fig. dans le texte.....	4 "
32. Paul LEMOINE et Robert DOUVILLÉ. Sur le genre <i>Lepidocyclus</i> Gümbel. 3 pl., 42 p.....	10 "
33. Ferdinand CANU. Les Bryozoaires du Patagonien. Echelle des Bryozoaires pour les Terrains tertiaires. 5 pl., 30 p.....	11 "
34. Charles EASTMAN. Les types de Poissons fossiles du Monte-Bolca au Muséum d'Histoire naturelle de Paris. 5 pl., 32 p.....	11 "
35. V. POPOVICI-HATZEG. Les Céphalopodes du jurassique moyen du Mont Strunga (massif de Bucegi, Roumanie). 6 pl., 28 p.....	12 "
36. Ar. TOUCAS. Etudes sur la classification et l'évolution des Radiolitidés. 24 pl., 132 p.....	48 "
37. Edm. PELLAT et M. COSSMANN. Barrémien supérieur à faciès urgonien de Brouzet-lez-Alais (Gard). 9 fig. texte, 6 pl., 42 p.....	15 "
38. Charles JACOB. Etude sur quelques Ammonites du Crétacé moyen. 44 fig., 9 pl., 64 p.....	20 "
39. A. PEZANT. Etude iconographique des Pleurotomes fossiles du Bassin de Paris. 5 pl., 30 p.....	12 "
40. P.-H. FRITEL. Etudes sur les végétaux fossiles de l'étage Sparnacien du Bassin de Paris. 3 pl., 37 p.....	7 "
41. Henri DOUVILLÉ. Etudes sur les Rudistes. Rudistes de Sicile, d'Algérie, d'Egypte, du Liban et de la Perse. 7 pl., 84 p.....	15 "
42. Léon PERVINQUIÈRE. Sur quelques Ammonites du Crétacé algérien. 7 pl., 86 p.....	15 "
43. Robert DOUVILLÉ. Céphalopodes argentins. 3 pl., 24 p.....	7 "
44. Gustave F. DOLLFUS. Les coquilles du Quaternaire marin du Sénégal. Introduction géologique par A. DERREMS. 4 fig., 4 pl., 72 p.....	10 "
45. Robert DOUVILLÉ. Etude sur les Cardiocératidés de Dives, Villers-sur-Mer et quelques autres gisements. 84 fig., 5 pl., 77 p.....	12 "
46. Maurice COSSMANN. Contribution à la paléontologie française des terrains jurassiques (voir mém., nos 14, 19); <i>Cerithiacea</i> et <i>Loxonematacea</i> , 11 pl., 264 p.....	35 "
47. Lucien MORELLET et Jean MORELLET. Les Dasyeladacées du Tertiaire parisien. 24 fig., 3 pl., 43 p.....	8 "
48. Robert DOUVILLÉ. Etudes sur les Opelellidées de Dives et Villers-sur-Mer. 31 fig., 2 pl., 26 p.....	5 "
49-50. F. PRIEM. Sur des Poissons fossiles et en particulier des Siluridés du Tertiaire supérieur et des couches récentes d'Afrique (Egypte et région du Tchad). — Sur des Poissons fossiles des terrains tertiaires d'eau douce et d'eau saumâtre de France et de Suisse. 9 pl., 30 p.....	15 "
51. P. DE BRUN, C. CHATELET et M. COSSMANN. Le Barrémien supérieur à faciès urgonien de Brouzet-lez-Alais (Gard) (v. mém. n° 37). 4 fig., 5 pl., 56 p.....	10 "
52. Henri DOUVILLÉ. Le Barrémien supérieur de Brouzet. 20 p., 4 pl.....	12 "
53. J. REPÉLIN. Monographie du genre <i>Lychnus</i> . 23 p., 6 pl.....	15 "

TABLE DES MATIÈRES (TOME XIX, FASCICULE 3-9).

	Pages
M ^{lle} Augusta Hure. — Notes sur la géologie et la tectonique du Bassin de la Vanne (Yonne) (8 fig., 1 carte).....	217
G.-F. Dollfus et P.-H. Fritel. — Catalogue raisonné des Characées fossiles du Bassin de Paris (23 fig.).....	243
A. Carpentier. — Notes d'excursions paléobotaniques à Chalennes et Montjean (Maine-et-Loire) (5 fig., pl. VII et VIII).....	262
P. Teilhard du Chardin. — Sur la tectonique de l'île de Jersey (1 fig., 1 carte).....	273
Léon Moret. — Sur la découverte au Roc de Chère (lac d'Annecy) des couches lacustres de l'Eocène (2 fig.).....	279
M ^{lle} S. Gillet. — Sur la faune de Lamellibranches des gisements néocomiens pyrénéens.....	285
F. Kerforne. — Les variations de faciès du Dévonien dans le massif armoricain.....	289
Jacques de Lapparent. — Grès, calcaires bréchiqes et conglomérats d'Urcuit (Basses-Pyrénées, Bassin de l'Adour) (Pl. IX).....	295
J. de Morgan. — Contribution à l'étude de la faune des Faluns de la Touraine (43 fig.).....	305

COMPTE RENDU SOMMAIRE

ET

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

1920



COMPTE RENDU SOMMAIRE

ET

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

QUATRIÈME SÉRIE

TOME VINGTIÈME

Année 1920

PARIS

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

28, Rue Serpente, VI

1920-1921



BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830,
A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE
PAR ORDONNANCE DU 3 AVRIL 1832.

QUATRIÈME SÉRIE

TOME VINGTIÈME

FASCICULE 1-3

Feuilles 1-6. — Planches I-V

10 figures et carte dans le texte.



PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VI

1920

EXTRAITS DU RÈGLEMENT DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

ART. 2. — L'objet de la Société est de concourir à l'avancement de la Géologie en général et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec les Arts industriels et l'Agriculture.

ART. 3. — Le nombre des membres de la Société est illimité. Les Français et les Étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. 4. — Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation¹ et avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président.

ART. 37-38. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet. La Société se réunit deux fois par mois (en général, le 1^{er} et le 3^e lundi du mois).

ART. 42. — Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres.

ART. 46. — Aucune communication ou discussion ne peut avoir lieu sur des objets étrangers à la Géologie ou aux sciences qui s'y rattachent.

ART. 48. — Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un point qui aura été préalablement déterminé.

ART. 53. — Un bulletin périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre. Le Bulletin comprend... les *Comptes rendus sommaires des séances* et le *Bulletin* proprement dit (*Notes et Mémoires*).

ART. 54. — La Société publie en outre des *Mémoires de Géologie* et des *Mémoires de Paléontologie*, qui ne sont pas distribués gratuitement aux membres.

ART. 55. — Tous les travaux destinés à l'impression doivent être inédits et avoir été présentés à une séance.

ART. 75. — Les auteurs peuvent faire faire à leurs frais, en passant par l'intermédiaire du Secrétariat, un tirage à part des communications insérées au Bulletin.

ART. 87. — *Chaque membre paye: 1° un droit d'entrée; 2° une cotisation annuelle². Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement en capital d'une somme fixée par la Société (600 francs payables en 2 ou 4 fois en une année).*

Sont **Membres à Perpétuité** les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (minimum : **1000 francs**).

ART. 94. — Les ouvrages, conservés dans la Bibliothèque de la Société, peuvent être empruntés par les membres... (*Service des prêts*).

1. Les personnes qui désirent faire partie de la Société et qui ne connaissent aucun membre pour les présenter n'ont qu'à adresser une demande au Secrétariat, en exposant les titres qui justifient de leur admission.

2. Néanmoins sur la demande des parrains, les nouveaux membres peuvent s'acquitter, la première année, que leur droit d'entrée, en versant la somme de 20 fr. Le *Compte Rendu sommaire des séances de l'année courante* leur est envoyé gratuitement; mais ils ne reçoivent le *Bulletin* que la deuxième année et doivent alors payer la cotisation de 30 francs. Ils jouissent d'ailleurs des autres droits et privilèges des membres de la Société.

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

NOTES ET MÉMOIRES

1920

NOTE SUR LA SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET LES CONDITIONS TECTONIQUES DU GÎTE FOSSILIFÈRE DE DJEDARIA (TUNISIE)

PAR **Paul Jodot** ¹.

Le gisement fossilifère crétacé de Djedaria est situé à 12 kilomètres environ à l'Ouest de Tebourba et à 3 km. au Nord de la station Bordj-Toum de la voie ferrée Tunis-Ghardimaou, sur les pentes qui dominent au Nord la vallée de la Medjerdah. Sa distance à Tunis est d'environ 50 kilomètres.

Jusqu'à mi-hauteur, ou jusqu'aux deux tiers de la hauteur, à partir de la base, les pentes dont je viens de parler sont formées par l'affleurement du Trias (argiles bariolées, ou blanches, ou grises, dolomies et gypses). Au-dessus du Trias viennent des alternances de grès friables, de marnes noires, de calcaires marneux, plongeant faiblement vers le Nord. Dans ce système, dont l'épaisseur totale, très variable, peut atteindre 80 m., il y a parfois, vers le haut, des grès glauconieux à dents de Poissons. Ledit système est recouvert par les calcaires nummulitiques qui forment, au sommet de la montagne, un vaste plateau, et dont les assises, d'abord inclinées au Nord, deviennent rapidement horizontales.

Les grès friables, de couleur claire, qui recouvrent le Trias, sont parfois minéralisés en galène et blende, et l'on y a fait des recherches assez étendues, par galeries (mine de Djedaria). L'une de ces recherches, qui est un travers-banc partant du Trias, a traversé, au delà du Trias authentique et bien réglé, une zone de mélange tectonique, véritable mylonite, large de 150 m., formée d'un chaos de blocs calcaires noyés dans des argiles noires ou noir-verdâtre. Les grès minéralisés viennent ensuite, avec une allure régulière. L'épaisseur de la zone de mélange est très variable.

A quelques centaines de mètres à l'Est de la mine, et séparé d'elle par un ravin profond, apparaît le gîte fossilifère, dans des calcaires blancs, marneux, en plaquettes, qui recouvrent immédiatement le Trias. En montant, directement, au-dessus du gîte

1. Note présentée à la séance du 19 janvier 1920 (*C. R. somm.*, 1920, p. 19).

fossilifère, on trouve des alternances de calcaires, de grès et d'argiles, puis des grès glauconieux, et enfin, comme partout, le Nummulitique.

Le Crétacé de Djedaria est donc compris entre Trias et Nummulitique. Mais la coupe de ce Crétacé varie d'un profil au profil voisin ; son épaisseur varie aussi ; le Sénonien n'apparaît pas à son sommet ; enfin, au contact du Crétacé et du Trias, le contact est certainement anormal avec une zone plus ou moins puissante de mylonites où se mélangent les diverses roches crétacées et les argiles triasiques.

Ces renseignements sont dus à M. Termier, qui a bien voulu me charger d'étudier les fossiles recueillis par lui dans le gisement crétacé de Djedaria.

Cette faunule, très restreinte quant au nombre des espèces, s'augmentera certainement le jour où l'on fera dans ce gîte fossilifère une récolte suivie.

Néanmoins, les échantillons déterminés dont on trouvera la liste ci-après, suffisent à préciser les différents niveaux stratigraphiques du Crétacé.

Terebratula cf. Dutempleana D'ORB. — Trop déformé pour être identifié certainement, notre échantillon se rapproche de *Terebratula Dutempleana* D'ORB., ou, tout au moins, appartient à une espèce voisine.

Cette espèce se rencontre dans l'Albien en Algérie et Tunisie, et dans le Cénomanién néritique (Blayac).

Terebratula Moutoniana D'ORB. — Deux échantillons, l'un globuleux, l'autre déformé et aplati, correspondent aux figures de Pictet et Campicchio (Crétacé env. de Sainte-Croix, pl. ccm, fig. 1-3) et à la figure de Karakasch (Crétacé inf. de Crimée, pl. 21, fig. 24).

En Algérie, d'après M. Blayac, ce fossile possède une très grande répartition, allant du Valanginien jusqu'au Cénomanién inférieur. Dans la Tunisie centrale, Pervinquière l'indique dans l'Aptien.

Lytoceras (Gaudryceras) multiplexnm STOL. — La moitié d'un moule interne d'un *Lytoceras* dont les tours s'accroissent lentement et sur lequel les sillons sont très visibles, correspond bien à la figure de Stoliczka (Crét. F. South. India, p. 155, pl. LXXVI, fig. 1 à 3) ; cependant, le détail des cloisons est moins découpé et moins grêle que sur la figure de cet auteur.

Pervinquière signale cette espèce dans le Vraconien de Tunisie au djebel Chirich et en Algérie, M. Blayac dans le Vraconien et le Cénomanién de l'oued Cheniour. Elle possède une large répartition strati-

graphique : Indes, Japon, Sakhaline, Californie au Cénomaniien ; tandis qu'à Madagascar, on la trouverait dans le Sénonien (*vide* MM. Boule, Lemoine, Thevenin [voir Blayac ; thèse, p. 330]).

Hamites attenuatus Sow. — Un fragment ferrugineux dont les côtes sont très atténuées sur le côté siphonal, possède des cloisons s'accordant assez bien avec les figures de d'Orbigny (Paléont. franç., Ter. Crét., I, Céphalopodes, pl. 131, fig. 9-13) et avec celles de Pictet et Campiche (Descript. des foss. du T. crét. des env. de Sainte-Croix, pl. LIV, fig. 13). Toutefois le détail des cloisons est un peu moins découpé sur notre échantillon.

Cette espèce se rencontre partout dans l'Albien. Pervinquière (Anim. du Crét. algérien, *Mém. S. G. F., Paléont.*, n° 42, 1910) cite un fragment douteux de l'Albien de la maison forestière du Bou Thaleb (Algérie). Par contre, M. Blayac indique dans sa thèse (Esquisse géol. du bassin de la Seybouse et de quelques régions voisines, 1912, p. 332) un fragment « qui pourrait être rapporté à l'espèce *Hamites attenuatus* MANTELL du Cénomaniien figurée par Pervinquière (*loc. cit.*, pl. I, fig. 27) ». Cette indication est erronée, il s'agit ici de *Hamites alternatus* MANTELL qui est tout à fait différent de *Ham. attenuatus* Sow.

Pulchellia cf. Molloi NICKLÈS. — Je rapporte avec doute à cette espèce de Nicklès, une petite Ammonite pyriteuse, qui possède un ombilic large, les tours embrassants, la région ventrale amincie et carénée mais non tranchante, lisse et non flexueuse. En passant, je note sur la loge initiale la présence d'une pustule visible sur l'une des faces. Les côtes infléchies sont dirigées d'abord vers l'avant à partir de l'ombilic, puis reviennent légèrement en arrière ; elles sont atténuées à l'ombilic et dans la région ventrale et s'épaississent au milieu des flancs comme chez *Pulchellia Nolani* NICKLÈS (Contrib. à la Paléont. du Sud-Est de l'Espagne, 2^e partie (*Mém. S. G. F., Paléont.*, n° 4, 1894, p. 52). Le dessin de la cloison de notre échantillon présente beaucoup moins d'affinités avec celui de *P. Molloi* NICKLÈS qui possède des selles arrondies, qu'avec les cloisons de *P. Nolani* NICKLÈS et *P. Lapparenti* NICKLÈS dont les selles sont toujours bifides. Notre Ammonite possède une cloison de *P. Nolani* dont le détail est légèrement atténué, et dont les lobules des selles sont moins accentués que sur la figure 27 du mémoire de Nicklès. Dans ce même travail, cet auteur cite et figure (fig. 34), au sujet de la cloison de *P. Molloi*, un cas spécial de dissymétrie. Dans ces conditions, je pense que les cloisons peuvent subir des modifications, et en se compliquant arriver à présenter l'ébauche de deux sellettes sur les trois premières selles, comme sur l'échantillon que j'ai sous les yeux.

D'autre part, la région siphonale subcarénée n'est pas un obstacle au rapprochement de ce fossile avec *P. Molloi* ; en effet les *Pulchellia* peuvent être polymorphes, et Nicklès indique le cas de deux variétés de *P. Malledæ*, dont l'une est carénée et l'autre non carénée.

Si on ne tient compte que du dessin de la cloison, c'est avec *P. Nolani*, qu'il faut identifier notre échantillon, mais *P. Nolani* possède un ombilic très étroit, et ce dernier caractère me semble de beaucoup plus important pour éliminer cette détermination.

Notre petite Ammonite permettra-t-elle de réunir ces deux espèces séparées par Nicklès ? Je ne crois pas qu'on puisse dès maintenant résoudre ce point de paléontologie ; il faudrait pour cela d'autres échantillons et surtout des spécimens bien adultes.

Au point de vue stratigraphique, ces différentes espèces sont classées par Nicklès dans le Barrémien. Il est intéressant de faire remarquer que Pervinquière n'a pas signalé de *Pulchellia* en Tunisie, par contre M. Joleaud (Étude géol. de la Chaîne numidique et des Monts de Constantine (Algérie). Montpellier, 1912, 437 pp., 3 pl., p. 143) a trouvé à Bou Kourim deux échantillons de *P. Molloi* Nick. et deux autres de *P. Nolani* Nicklès.

Puzosia Angladei SAYN. — Une Ammonite ferrugineuse correspond à cette identification, toutefois elle présente quelques différences. Les tours sont épais, la région ventrale largement arrondie, un peu plus large que haute, les flancs légèrement aplatis et l'ombilic plus resserré que sur les figures de Sayn (Amm. du djebel Ouach, pl. II, fig. 13) et de Pervinquière (Ét. de Paléont. tunisienne. Céphalopodes des terrains secondaires, fig. 61) à paroi verticale, mais à bord légèrement arrondi.

La cloison se rapproche beaucoup moins de la figure de M. Sayn, que de celle de Pervinquière qui, suivant cet auteur, est très inexacte. Les différences à signaler sont relatives à la forme des selles qui sont moins hautes et plus ramenées que sur la figure 61 de Pervinquière, de plus les lobules et les sellettes sont légèrement plus accentuées ; toutefois ces légères différences ne semblent pas suffisantes pour créer une variété nouvelle.

En Tunisie et en Algérie, *Puzosia Angladei* rare dans le Barrémien supérieur passe dans l'Aptien. En France, cette Ammonite a été rencontrée dans le Gargasien du Sud-Est.

Silesites Seranonis D'ORB. var. — Cette variété est représentée par un petit échantillon pyriteux complètement lisse, qui sur le dernier tour laisse voir des côtes très atténuées et à peine visibles et quatre sillons comme dans *Sil. Oxynlas* HEINZ, tandis que *Sil. imparcostatus* COQ. n'en montre que trois. Entre les sillons bien marqués qui se continuent sur la ligne siphonale, on remarque sur les flancs une constriction, partant de l'ombilic, infléchie vers l'avant et s'arrêtant brusquement à l'endroit où le flanc atteint son maximum d'épaisseur¹.

Cette espèce caractérise plus spécialement le Barrémien, bien qu'elle figure également dans l'Aptien d'Algérie.

Holcodiscus sp. — Un fragment pyriteux indéterminable paraît appartenir à un *Holcodiscus* ?

1. Je n'ai trouvé nulle part la mention de ce caractère.

Belemnites (Aulacobelus) minaret UHLIG (non RASPAIL)¹. — La figure de Uhlig (Werndorf Schich, pl. 1, fig. 8) correspond bien aux deux échantillons que j'ai entre les mains.

M. Kilian a bien voulu me faire savoir qu'il considère l'espèce figurée par Uhlig comme différente de la forme de Raspail, et que si la Bélemnite de Wernsdorf a été mise en synonymie de l'espèce de Raspail dans son ouvrage en collaboration avec M. Reboul², c'est par suite d'une erreur.

En Algérie et en Tunisie septentrionale cette espèce est plus commune dans le Barrémien que dans l'Aptien. Pervinquièrre ne la signale nulle part dans la Tunisie centrale.

Belemnites (Neohibolites) semicanaliculatus BLAINV. — Deux rostrés et deux fragments conformes à la figure de Duval-Jouve (Belem. des terr. créat. inf. des env. de Castellane (pl. XI, fig. 7) par M. Kilian (*loc. cit.*, p. 321) identifie avec *Neohibolites semicanaliculatus* BLAINV.

Dans le Nord de l'Afrique, cette espèce est très commune dans l'Albien.

Les résultats stratigraphiques que nous fournit l'étude de cette faunule, peuvent se résumer de la manière suivante :

1° Une zone, représentant le Barrémien supérieur ou l'Aptien inférieur, est caractérisée par les fossiles pyriteux :

Pulchellia cf. Moltoi NICKLÈS, *Puzosia Angladei* SAYN., *Silesites Seraronis* D'ORB. var., *Aulacobelus minaret* UHLIG, *Neohibolites semicanaliculatus* BLAINV.

Cet Eocrétacé, franchement bathyal, appartient au géosynclinal nord-africain, bien connu dans la Tunisie septentrionale et le Tell algérien. Le gisement de Djedaria à petites Ammonites pyriteuses représente un jalon nouveau entre le djebel Abiod Des Nefza, situé entre Tabarca et Beja, et le djebel Bou Kournin d'Hamman Lif (Sud-Est de Tunis) qui reste la localité la plus occidentale de l'Afrique du Nord, où l'Eocrétacé bathyal est mentionné.

2° La présence de *Hamites attenuatus* Sow. tendrait à faire admettre un horizon albien.

3° Le Vraconien, que Pervinquièrre place à la base du Cénomanién, serait représenté pas un banc de calcaire gris à *Gaudryceras multiplixum* STOL.

Ces résultats viennent confirmer les travaux des géologues³ qui ont étudié la Tunisie septentrionale.

1. W. KILIAN. *Lethaea geognostica*, II, 3, 1 (Unterkreide), 2 et 3, 1910, p. 320.

2. KILIAN et REBOUL. Contrib. à l'étude des faunes paléocrétacées du sud-est de la France. *Mém. Serv. Carte géol. de la France*, 1915, p. 14.

3. Voir le résumé suivant : L. JOLEAUD. Note préliminaire sur les terrains secondaires et tertiaires de la Numidie nord-orientale et de la Tunisie nord-occidentale. *C. R. A. F. A. S.*, Congr. du Havre, p. 377-384, 1914.

Il est intéressant de faire remarquer, comme la faune éocrétacée du Nord de la Tunisie présente d'affinités avec les faunes du Nord de l'Algérie, de l'Espagne et de Majorque ¹, et combien elle s'éloigne de celle de la Tunisie centrale.

Par contre la présence de *Gaudryceras multiplexum* STOL. au Vraconien, indique nettement à cette époque les relations de l'Afrique française du Nord ² avec les Indes et peut-être Madagascar !

1. P. FALLOT. Sur la présence de l'Aptien dans la Sierra de Majorque (Baléares). *C. R. Ac. Sc.*, t. 162, p. 838, 29 mai 1916.

2. Voir BLAYAC. Thèse, p. 326.

A PROPOS DU NIVEAU A SPONGIAIRES DE LA VOULTE-SUR-RHÔNE (ARDÈCHE)

PAR **Marcel Lissajous**¹.

Une note de M. P. Thiéry² indique, à La Voulte, une nappe repliée qui aurait amené l'Argovien sous le Callovien. A l'appui de son opinion, l'auteur signale, sous la zone à *Reineckeia anceps*, des marnes à Spongiaires et Échinides³, qu'il estime appartenir à l'Argovien inférieur. Je ne crois pas que le célèbre gisement présente une telle particularité : comme nombre de paléontologistes, je l'ai visité et j'ai noté l'ordre de superposition des couches ; j'ai recueilli de nombreux fossiles, parmi lesquels ceux que je cite, ainsi que beaucoup d'autres, ont tous été trouvés *en place*.

La coupe⁴ que je donne ci-après, à part quelques points de détail, concorde avec celle qui a été donnée par Toucas⁵.

1. Micaschistes.

2. Calcaires bréchoïdes.

3. Marnes et dalles noirâtres, pétries de fossiles, particulièrement d'Échinodermes et de Brachiopodes : *Isocrinus Nicoleti* DESOR, *Balanocrinus Pacomei* DE LOBIOL, *Plegiocidaris cellensis* MUN.-CHALM., *Plegioc. filograna* AG., *Plegioc. spinosa* AG., *Terebratella bivalvata* E. DESLONG., *Terebratula fylgia* OPP. in E. DESLONG.⁶, *Rhynchonella personata* VON BUCH, *Rhynch. Dumortieri* SZAJNOCHA⁷, etc., etc.

4. Calcaires jaunâtres ou rougeâtres fissiles avec Posidonomyes, Ophiurides⁸ et nodules à Crustacés⁹.

1. Note présentée à la séance du 19 janvier 1920 (C.R. somm., 1920, p. 27).

2. C. R. Ac. Sc., 21 juillet 1919.

3. Particulièrement *Balanocidaris Euthymei* DUMAS.

4. Cette coupe a été prise, entre le pont de Celle et le sommet 376, à peu près à l'endroit qui porte sur la Carte géologique le nom de Rondette.

5. Jurassique et Crétacé de la vallée du Rhône. B. S. G. F., (3), XVI, p. 913 à 915. 1888.

6. Spécimens conformes aux figures données dans la Paléontologie française (Brach. jur. pl. 95) mais qui semblent différer de la forme type figurée par Oppel (Ueber das Vorkommen von jurassischen Posidonomyen-Gesteinen in den Alpen, pl. v, fig. 3).

7. C'est l'espèce citée par Dumortier (Oxf. inf. de l'Ardèche, p. 33, pl. 1, fig. 21-25) sous le nom de *Rh. oxyptycha* FISCHER.

8. Il y a à ce niveau au moins deux espèces d'Ophiurides dont la plus commune a été citée sous le nom de *Geocoma elegans* HELLER ; il ne me semble pas que ce nom qui appartient à une espèce tertiaire puisse être appliqué aux spécimens de La Voulte.

9. Gevrey a réuni une très belle série de ces nodules qui contiennent non seulement des Crustacés mais aussi des Céphalopodes ; une étude détaillée de ces fossiles offrirait certainement beaucoup d'intérêt.

5. Très grande épaisseur de calcaires marneux durs ou fissiles, alternant avec des lits marneux.

6. Marnes fissiles épaisses ¹.

7. Calcaires marneux contenant : *Goniaster cf. impressæ* QUENST., *Eugeniocrinus nutans* GOLDF., *Millericrinus sp.*, *Paracidaris spinosa* AGAS., *Balanocidaris Euthymei* DUMAS, *Rhynchonella Dumortieri* SZAJ., *Belemnopsis semihastata* BLAINV., *Haslites privatensis* ² MAY., *Rhopaloteuthis peregrina* SCHEIPPE ³, etc.

8. Minces lits de calcaires et de marnes.

9. Marge à *Dicoelites Meyrati* OOST.

10. Marnes, assez dures à la base, contenant de nombreux Spongiaires ⁴.

11. Mince banc calcaire.

12. Lit marneux.

13. Marnes dures pétries de fossiles (en majeure partie des Céphalopodes) pour la plupart très imprégnés de phosphate de chaux et montrant une teinte noire parfois cachée par un léger enduit ferrugineux qui disparaît facilement. Une grande partie de ces fossiles sont fragmentés et fortement usés. Les principales espèces sont : *Phylloceras ovale* POMPECKJ, *Phyll. subtortisulcatum* POMPECKJ, *Oppelia (Alcidia) subdiscus* ⁵ D'ORB., *Hecticoceras hecticum* REIN., *Haploceras vouttense* OPP., *Sphæroceras cosmopolita* PAR. et BONAR., *Macrocephalites macrocephalus* SCHL., *Macro. aff. pila* NIKITIN, *Macro. Trigeri* HÉB. et DESL., *Reineckeia Greppini* OPP., *Rein. aff. Douvillei* STEINM., *Perisphinctes cf. polonicus* SIEMIR., *Per. cf. rjasanensis* TEISS., *Per. Teisseyreii* PAR. et BONAR., *Per. crassus* SIEMIR., *Belemnopsis hastata* BLAINV., *Belem. semihastata* BLAINV., *Belem. subhastata* ZIET., *Rhopaloteuthis Gillieronii* MAY., *Rhopal. hzoviensis* ZEUSCHNER ⁶, etc., etc.

14. Marnes moins dures à grandes Ammonites aplatiés : *Phylloceras mediterraneum* NEUM., *Reineckeia Greppini* OPP., *Rein. anceps* REIN., *Perisphinctes curvicosta* OPP., *Per. cf. patina* NEUM.

15. Mince lit marneux couleur de rouille.

16. Couche marneuse fissile contenant : *Eugeniocrinus nutans* GOLDF., *Paracidaris spinosa* AGAS., un très grand nombre d'*Aptychus* (au moins deux espèces) et de *Rhynchoteuthis* (trois ou quatre espèces),

1. Les niveaux 5 et 6 ne m'ont pas fourni de fossiles, peut-être parce que je les ai examinés un peu rapidement.

2. Ce nom est souvent orthographié *privasensis*, ce qui n'est pas correct.

3. C'est la forme citée souvent comme variété déprimée de *Bel. Savanaui* D'ORB., espèce bien différente. *Bel. peregrinus* SCHLIPPE ne peut faire double emploi avec *Bel. peregrinus* MAY, qui appartient à un autre genre et est d'ailleurs inutile.

4. Près de quarante espèces. Quelques-uns de ces Spongiaires ont une certaine analogie extérieure avec des formes du Jurassique supérieur, mais la plupart sont très différents.

5. Quelques auteurs écrivent *Op. subdisca* oubliant que *discus* est un substantif.

6. Ces deux dernières espèces sont, le plus souvent, citées sous le nom de *Bel. Savanaui* D'ORB.

Quenstedticeras Henrici var. *Brasili*¹ R. DOUVILLÉ, *Orthacodus longidens* AGAS.

17. Marnes très riches en Ammonites, particulièrement en *Phylloceratinae* : *Phylloceras antecedens* POMPECKJ, *Phyll. Chantrei* MUN.-CHAL., *Phyll. Riazii* DE LORIOU, *Phyll. Frederici-Augusti* POMPECKJ, *Phyll. tortisulcatum* D'ORB., *Neumayriceras episcopale* DE LORIOU, *Creniceras Renggeri* OPP., *Hecticoceras rauracum* MAY., *Hectic. suevum* BONAR., *Haploceras Eralo* D'ORB., *Perisphinctes bernensis* DE LORIOU, *Per. perisphinctoides* SINZOV, *Peltocheras Eugenii* RASPAIL², etc.

18. Mince lit couleur de rouille.

19. Marnes à *Cardioceras cordatum*.

20. Lit marneux couleur de rouille.

21. Couche marneuse.

22. Bancs calcaires onduleux alternant avec des marnes. Ammonites écrasées.

23. Bancs calcaires alternant avec des lits marneux contenant de nombreuses Ammonites de petite taille et de grosses Bélemnites ; les espèces les plus communes sont *Trimarginites arolicus* OPP., *Neumayriceras aff. sprenendum* DE LORIOU³, *Ochetoceras subclausum* OPP., *Perisphinctes aff. neglectus* DE LORIOU, *Belemnopsis hastata* BLAINV. Pas de Spongiaires.

Le reste de la coupe est sans utilité pour la présente note.

Cette coupe montre que les marnes à Spongiaires sont situées entre une couche à *Macrocephalites macrocephalus* en haut et un niveau à *Dicoelites Meyrati* en bas : la valeur caractéristique de la première espèce est bien connue ; quant à la seconde, elle se rencontre le plus ordinairement à la base du Callovien et beaucoup plus rarement dans le Bathonien⁴ et même le Bajocien⁵.

Les Spongiaires de La Voulte appartiennent donc à la base du Callovien. *Balanocidaritis Euthymei* que j'ai recueilli sous les marnes à *Dicoelites Meyrati* et qui a été trouvé par d'autres dans le niveau à Echinodermes⁶ est, par conséquent, une forme encore plus ancienne.

1. Espèce très voisine du *Quenstedticeras Lamberti* Sow.

2. C'est la faune des marnes à *Creniceras Renggeri* du Jura, mais cette espèce paraît être très rare ici ; je n'en ai recueilli pour ma part qu'un seul exemplaire.

3. C'est la forme citée par de Riaz (Amm. de Trept, p. 43, pl. 16. fig. 15-16).

4. F. ROMAN et P. DE BRUN (1909. *Ann. Soc. linn. Lyon*, t. LVI). Note sur le Jurassique inférieur et moyen des environs de Saint-Ambroise. Les auteurs citent cette espèce dans le Bathonien supérieur (p. 19) et dans le Callovien inférieur (p. 24). Voir également F. ROMAN (1908. *Bull. Soc. sciences nat. Nîmes*). Revision de quelques espèces de Bélemnites du Jurassique moyen du Gard et de l'Ardèche, p. 1 à 5. J'ai recollé moi-même un spécimen de médiocre taille dans le Callovien à *Macrocephalites macrocephalus* d'Hurigny (Saône-et-Loire).

5. E. HAUG (1891. Les chaînes subalpines entre Gap et Digne. Thèse, p. 73). L'auteur signale un bel échantillon provenant du Bajocien à *Cosmoceras subfurcatum* ; c'est la seule fois que cette espèce ait été indiquée à un niveau aussi bas.

6. E. HAUG. Traité de Géologie, p. 1020. Cette espèce est mentionnée sous le nom de *Cidaritis pilum*.

J'appelle l'attention sur la couche à *Aptychus* et *Rhyncho-teuthis* (16) qui a été négligée par Toucas quoiqu'elle ait été indiquée assez longtemps avant lui par Oppel ¹ qui toutefois ne semble pas avoir attaché d'importance à ces fossiles.

Le plus abondant de ces *Aptychus*, *Aptychus herno-jurensis* THURM., a pourtant une valeur caractéristique très nette : cette espèce a été rencontrée, dans diverses régions, au niveau de *Quenstedticeras Lamberti*, position qu'elle occupe à La Voulte. Elle a été signalée par Choffat ², Riche ³, et je l'ai trouvée dans les environs de Mâcon. Partout elle se présente en plus ou moins grande abondance.

L'Argovien est ici parfaitement caractérisé par ses Ammonites, mais les Spongiaires, que cet étage fournit en si grande abondance dans beaucoup de régions, font complètement défaut ⁴.

De ce qui vient d'être dit, il résulte que les couches jurassiques de La Voulte se présentent dans un ordre de succession parfaitement normal ; l'opinion que j'ai voulu réfuter dans cette notice n'a pu provenir que d'une étude insuffisante de la faune.

1. A. OPPEL. 1865. Geognostische Studien in dem Ardèche Département, pp. 320 et 322.

2. 1874. Esquisse du Callovien et de l'Oxfordien dans le Jura occidental et méridional, p. 27.

3. 1893. Étude stratigraphique sur le Jurassique inférieur du Jura méridional, p. 329.

4. L'absence de Spongiaires dans l'Argovien de La Voulte et de contrées avoisinantes a été déjà signalée par F. ROMAN, *l. c.*, 1897, p. 72 ; et F. ROMAN et P. DE BRUN, *l. c.*, 1909, p. 36.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES HIPPOPOTAMES FOSSILES

PAR L. Joleaud ¹.

PLANCHE I.

SOMMAIRE. — I. *Hippopotamus madagascariensis* GULDBERG. — II. *Hippopotamus hipponensis* GAUDRY. — III. Essai sur l'évolution des Hippopotames. — IV. Aires de dispersion des Hippopotames fossiles. — V. Hypothèses sur l'origine des Hippopotames.

Les explorations géologiques que je poursuivis depuis de nombreuses années dans l'Algérie orientale, m'ont, à plusieurs reprises, fourni l'occasion de faire des observations intéressantes sur l'âge et sur les caractères des Hippopotames fossiles signalés dans cette contrée, dès 1854, par Bayle ². Je remettais toujours à plus tard la publication des résultats auxquels m'avaient conduit mes investigations, lorsque deux circonstances récentes m'ont amené à m'occuper de nouveau de ce groupe de Pachydermes.

Ce fut d'abord l'Académie malgache, qui m'envoya des restes d'un jeune Hippopotame subfossile, sur l'aimable intervention de M. Perrier de la Bathie dont l'inlassable activité scientifique est consacrée depuis de longues années à l'exploration de notre grande île sud-africaine. Peu après, mon éminent maître, M. le professeur E. Haug, voulut bien me confier pour les étudier les intéressants matériaux rapportés d'Éthiopie par M. le professeur E. Brumpt de la mission du Bourg de Brozas. Je tiens à remercier très vivement tous ceux qui m'ont aidé à réunir des éléments pour cette étude.

I. — *Hippopotamus madagascariensis* GULDBERG.

On sait que trois noms spécifiques ont été proposés pour les Hippopotames subfossiles de Madagascar : *Hippopotamus Lemerlei* A. GRANDIDIER, *H. madagascariensis* GULDBERG, *H. leptorhynchus* A. GRANDIDIER et H. FILHOL ; les deux premiers désignent bien, semble-t-il, la même espèce : *H. Lemerlei* a été décrit en 1868 ³, mais figuré seulement en 1893 ⁴ ; *H. madagascariensis* a été défini et représenté en 1883 ⁵ ; c'est donc l'épithète employée

1. Note présentée à la séance du 19 janvier (C. R. somm., 1920, p. 22).

2. B.S.G.F., (2), XI, 1854, p. 343-345.

3. A. GRANDIDIER. C.R.Ac.Sc., LXVII, 1868, p. 1165.

4. A. GRANDIDIER et H. FILHOL. Ann. Sc. Nat. Zool., XVI, 1894, p. 151-188, pl. VII-XIV.

5. G.-A. GULDBERG. Videnskabselskabs Forhandlingar, Christiania, 1883, n° 6, pl. 1-11.

par Guldberg qui a la priorité sur celle donnée par A. Grandidier. La dénomination d'*H. leptorhynchus*, à laquelle ne correspond encore aucune figure, s'applique peut-être à une forme différente de *H. Lemerlei*. En tous cas il convient de désigner sous le nom d'*H. madagascariensis*, le petit Hippopotame subfossile de Madagascar.

La détermination de la place de cette espèce dans la série évolutive des Artiodactyles a déjà fait l'objet de remarquables travaux paléontologiques de H. Filhol ¹, Guldberg et Forsyth Major ². J'avais pensé néanmoins que des recherches sur le développement de ce Pachyderme pourraient apporter quelques nouveaux éclaircissements sur la phylogénie des Hippopotames. Aussi avais-je demandé à M. Perrier de la Bathie de me procurer, si possible, les mâchoires d'un jeune Hippopotame de la grande île. Mon aimable correspondant vient de m'adresser, de la part de l'Académie malgache, une demi-mandibule gauche et une partie de mâchoire supérieure droite de très jeunes individus de ce Pachyderme.

La demi-mandibule gauche, qui porte encore la dentition de lait, est armée d'une seule incisive permanente (I_1), faisant saillie de 1 cm. en dehors de l'os. A gauche de cette incisive, une cavité du maxillaire renferme le germe d'une deuxième incisive permanente (I_2), complètement cachée et bien loin encore de sortir extérieurement.

La cloison osseuse qui sépare les cavités du maxillaire correspondant à ces deux incisives se termine à plus de 2 cm. en arrière du bord antérieur de l'os ; celui-ci ne présente donc à l'extérieur qu'un seul vide pour les incisives.

H. madagascariensis rappellerait ainsi, vers le début de son développement, le jeune âge de *H. (Cheropsis) minutus* BLAINV. du Pléistocène de Chypre, tel qu'il a été figuré par Forsyth Major ³. Toutefois dans l'espèce méditerranéenne la cloison qui sépare les vides correspondant à I_1 et à I_2 atteint déjà le bord antérieur du maxillaire. Cependant la taille de *H. minutus* figuré par F. Major excède sensiblement celle du jeune *H. madagascariensis* que j'ai en mains : dans le premier le bord antérieur du maxillaire a 35 mm. de largeur, dans le second il en a 45.

L'ensemble de ces observations montre que l'Hippopotame subfossile de Madagascar passait par un stade à 2 incisives fonc-

1. *Loc. cit.*

2. *Proc. Zool. Soc.*, 1896, p. 971 ; *Geol. Mag.*, new ser., dec. 4, vol. IX, n° 5, 1906, p. 193, pl. XII.

3. *Proc. Zool. Soc.*, 1902, II, pl. IX, fig. 3.

tionnelles à la mâchoire inférieure (stade *Chæropsis*) avant d'atteindre le stade à 4 incisives fonctionnelles (stade *Tetraprotodon*), qui correspondait à son état adulte.

Or une forme naine d'Hippopotame, *H. (Chæropsis) liberiensis* MORRON, qui vit encore localisée dans quelques fleuves cotiers du Liberia, rivière de Saint-Paul, etc., ne possède elle aussi que 2 incisives inférieures même à l'état adulte : *H. liberiensis* serait donc apparentée au type ancestral de l'Hippopotame subfossile de Madagascar.

D'autre part, Forster Cooper ¹ a fait tout dernièrement connaître un type d'Hippopotamidé de l'Aquitanien du Beloutchistan, *Aprotodon Smithwoodwardi*, de la taille de *H. madagascariensis*, mais dont la mandibule était caractérisée, à l'état adulte, par l'absence de dents incisives.

Certains types d'Hippopotamidés auraient donc peut-être présenté successivement un stade *Aprotodon* sans incisive, un stade *Chæropsis* à 2 incisives et un stade *Tetraprotodon* à 4 incisives.

II. — *Hippopotamus hipponensis* GAUDRY.

Gaudry ² a décrit, en 1876, sous le nom d'*Hippopotamus hipponensis*, une espèce qui aurait possédé 6 incisives subégales. Cet animal était certainement moins éloigné des Cochons que *H. amphibus* actuel, comme le montrent l'émail de ses incisives plus épais, non cannelé, se détachant bien du reste du fut, et celui de ses canines, qui ne présente que de fines stries sur la face externe au lieu de fortes cannelures.

Ce dernier caractère est commun à *H. hipponensis*, *H. minus* et *H. liberiensis*, mais les *Chæropsis* se séparent nettement de l'espèce algérienne par la réduction du nombre des incisives de la mâchoire inférieure.

Le jeune *H. madagascariensis* que j'ai en mains à l'émail de ses incisives disposé comme chez *H. hipponensis*, mais il n'en est pas de même de l'émail de ses canines, qui est nettement cannelé.

Comparé aux espèces hindoues, *H. hipponensis* rappellerait, suivant Gaudry, *H. sivalensis* et surtout *H. namadicus*. Lydekker ³ a depuis fait remarquer que les incisives de *H. namadicus* ne présentent pas les particularités caractéristiques de celles de *H. hipponensis*. *H. iravaticus*, dit le savant mammalogiste anglais, est la seule espèce qui pourrait être analogue à *H. hip-*

1. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 8, XVI, 1915, p. 408-9, fig. 4-5.

2. *B.S.G.F.*, (3), IV, 1876, p. 501-504, pl. xviii.

3. *Mem. geol. Surv. India*, 10, III, 1884, p. 42, 144.

ponensis, mais les pièces connues ne permettent pas de préciser les relations existant entre ces deux espèces.

La provenance exacte des dents décrites par Gaudry, sous le nom de *H. hipponensis*, a fait l'objet, à la Société géologique de France, de plusieurs discussions auxquelles participèrent Papier¹, Gaudry² et Pomel³.

H. hipponensis a été trouvé tout d'abord à Duvivier, ou plus exactement, à Pont-de-Duvivier, au Sud de Bône (Algérie). Ses restes ont été découverts dans un conglomérat, au fond d'un puits, à 8 m. de profondeur, à 60 m. de la rive gauche de la Seybouse et à 40 m. de la gare, bien près par conséquent du niveau de la rivière.

Pomel⁴ et P. Thomas⁵ ont parallélisé le gisement de *H. hipponensis* avec le conglomérat d'Ain Jourdel (Constantine), dont j'ai montré l'âge villafranchien⁶. Papier⁷ a, de son côté, synchronisé le poudingue de Duvivier avec les calcaires travertins de Millésimo (Guelma) : ceux-ci ont été récemment attribués au Pliocène supérieur (c'est-à-dire au Villafranchien) par Daresté de la Chavanne⁸, qui y a indiqué la présence d'ossements d'*Hipparion*.

Le genre *Hipparion* avait été observé autrefois par P. Thomas⁹ dans les travertins de Millésimo et de Guelma, où le même auteur a signalé également la présence d'*Equus*¹⁰. L'association de ces deux genres a été reconnue également à Ain Jourdel par P. Thomas¹¹.

Ces découvertes paléontologiques, qui concordent avec les déductions stratigraphiques, permettent d'attribuer au Villafranchien l'Hippopotame de Duvivier, contrairement à l'affirmation de Blayac¹². Ce géologue a cru à tort qu'*H. hipponensis* datait de la période de dépôt de la basse terrasse de la Seybouse.

Or les conglomérats à *H. hipponensis* de Pont-de-Duvivier

1. *B.S.G.F.*, (3), IV, 1876, p. 500-501 ; VI, 1878, p. 389-391.
2. *Id.*, (3), IV, 1876, p. 501-504 ; VI, 1878, p. 391.
3. *Id.*, (3), IV, 1876, p. 504 ; VI, 1878, p. 306.
4. *B.S.G.F.*, (3), VI, 1878, p. 306.
5. *Mém. S. G. F.*, (3), III, 2, 1884, p. 18-19.
6. L. JOLEAUD. Étude géologique de la chaîne numidique et des monts de Constantine. *Thèse Fac. Sc.*, Paris, 1912, p. 263-267.
7. *B.S.G.F.*, (3), VI, 1878, p. 390.
8. La région de Guelma. *Thèse Fac. Sc.*, Lyon, 1910, p. 204-206.
9. In PALLARY. *Mém. S. G. F.*, IX, I, 22, 1901, p. 35-36.
10. *B.S.G.F.*, (3), XV, 1886, p. 140.
11. TOURNOUER. *B.S.G.F.*, (3), VI, 1878, p. 305, et VII, 1879, p. 744. — P. THOMAS. *Mém. S. G. F.*, (3), III, 1884, p. 19-20.
12. Esquisse géologique du bassin de la Seybouse. *Thèse Fac. Sc.*, Paris, p. 445.

sont évidemment le prolongement de ceux qui affleurent sur la rive droite de la Seybouse en contre-bas du village de Duvivier. J'ai retrouvé dans cette zone, lorsque j'en ai effectué le levé détaillé pour le Service géologique, la même série villafranchienne qu'aux environs de Constantine (Ain Jourdel, Mansoura), conglomérats à la base, travertins plus ou moins tufacés au sommet.

Des formations du Pliocène récent de même faciès que celles de Constantine se retrouvent d'ailleurs à Guelma, où elles comprennent une série ancienne formée de poudingues et de sables (assises 2 et 3 de la coupe de Daresté¹), surmontés de travertins (assises 4 et 5 de la même coupe) et une série récente correspondant à la partie finale de remblaiement des vallées néogènes (alluvions du niveau de 180 m. rapportées au Pliocène par Daresté², au Quaternaire par Blayac³).

Enfin, l'Hippopotame de Duvivier a été, au cours de ces dernières années, signalé de plusieurs localités fossilifères de l'Afrique du Nord dans des terrains nettement antépléistocènes.

Tout d'abord, en 1896, un Hippopotame du Villafranchien de la route des Beni Fouda à St-Arnaud (Constantine) a été décrit par Pomel⁴ sous le nom d'*H. hipponensis* et considéré par cet auteur comme possédant seulement 4 incisives.

Une petite canine qui figurait au Musée de Constantine, comme provenant du Villafranchien du Mansoura, près de Constantine, m'a paru également se rapporter à *H. hipponensis*, alors que la grande majorité des nombreux ossements recueillis dans cette localité tant par moi que par mes devanciers se rapporte incontestablement à *H. amphibius major*.

D'autre part Studer (1899)⁵, Andrews (1902)⁶ et Stromer (1902 à 1914)⁷ ont fait connaître de l'Astien de l'oued Natroun (Égypte) divers restes fossiles qu'ils ont rapporté à *H. hipponensis*. Stromer conclut aussi à l'existence de 4 incisives seulement dans la petite espèce nord-africaine.

La présence de *H. hipponensis* dans l'Astien d'Égypte permet de penser que c'est peut-être cette espèce dont P. Thomas a trouvé les restes à Tigmerit, au Sud d'Aïn el Bey (Constantine)⁸.

1. *Loc. cit.*, p. 205.

2. *Id.*, p. 204.

3. *Loc. cit.*, p. 444.

4. *Carte géol. Algérie. Paléont., Hippopotames*, 1896, p. 9-12, pl. iv.

5. *Mitteil. Naturforsch. Gesellschaft in Bern*, 1898-1899, p. 75.

6. *Geol. Mag.*, n. s. (4), IX, 1902, p. 431-436, pl. xxi, fig. 2-5.

7. *Zeitschr. deutsch. geol. Gesellsch.*, LIV, 1902, p. 108 ; LXVI, 1914, p. 1-33, pl. I-III ; *Abhandl. Senckenb. naturf. Gesellsch.*, XXIX, 1905, p. 109, sq., pl. XX.

8. *TOURNOUER. B. S. G. F.*, (3), VI, p. 213-216.

Par la longueur de sa symphyse (128 mm.), par le diamètre de sa canine (47 mm.), de sa première et de sa troisième incisives (25 et 18 mm.), *H. hipponensis* de St-Arnaud se rapproche de *H. iravaticus* de l'Inde (long. symphyse : 127 mm. ; diam. C : 37 ; I₁ : 21 (environ) ; I₃ : 18 (environ)). S'il excède un peu l'espèce du Pontien de l'Inde, il demeure cependant d'une taille très inférieure à celle des espèces villafranchiennes et pléistocènes d'Asie.

Mais une espèce du Pontien de Casino, près Sienne (Toscane), présentait sensiblement les mêmes dimensions. Aussi a-t-elle été confondue avec le petit Hippopotame nord-africain par Pantanelli¹ qui l'a appelé *H. hipponensis*.

Stehlin², Forsith Mayor³ et Andrews⁴ ont démontré depuis que la forme de Casino diffère de celle de Duvivier et confine plus directement aux Suilliens par le dessin de la surface d'usure des molaires qui ne présentent pas encore le trèfle caractéristique des Hippopotames pliocènes, quaternaires et actuels. Le petit *Hexaprotodon* du Pontien d'Italie appartient donc à une espèce spéciale, qui pourrait recevoir le nom de *Hippopotamus Pantanellii*.

Puisque *H. Pantanellii* et *H. hipponensis*, qui présentent sensiblement la même taille, offrent une grande divergence de caractères, il est permis de penser que ces deux espèces appartiennent à des phylums différents :

H. hipponensis se rattacherait à la lignée africaine de *H. liberiensis-amphibius*, où il se placerait par sa taille entre *H. madagascariensis* et *H. amphibius*, plus près cependant de la première que de la deuxième de ces espèces.

H. Pantanellii avec ses six incisives serait au contraire apparenté aux *Hexaprotodon* hindous.

III. — Essai sur l'évolution des Hippopotames

Les premiers essais de reconstitution de la phylogénie des Hippopotames ont été tentés par Lydekker⁵, à la suite de ses études sur les Hippopotames hindous. Cet auteur avait basé ses déductions sur les caractères de la mandibule. La forme la plus primitive, suivant ce naturaliste, serait *H. iravaticus* FALC. et CAUTL.,

1. *Mem. R. Accad. Lincei*, (3), III, 1878, p. 309, pl. iv, fig. 1-7.

2. *Abh. schweiz. paleont. Gesellsch.*, XXVI, 1899, p. 435.

3. *Proc. Zool. Soc.*, 1902, II, p. 108 (Cf. *Atti Soc. tosc. d. sc. nat.*, Pisa, 1877).

4. *Geol. Mag.*, n. s., (4), IX, p. 444.

5. *Mem. Géol. Surv. India. Palaeont. Indica*, 10, Indian Tertiary and post-tertiary Vertebrata, III, 1884, p. 47-49.

chez laquelle la symphyse longue et étroite, les 6 incisives et les 2 canines de petite taille, indiquent un animal beaucoup plus près du Cochon que les autres espèces. Le deuxième stade *H. sivalensis* FALC. et CAULT., a sa symphyse bien plus courte et ses incisives encore de petite taille. Le troisième stade serait *H. namadicus* FALC. et CAULT., dont la symphyse est encore moins longue et où I_2 , légèrement plus menue, est repoussée un peu au-dessus de la ligne I_1 - I_3 . Le quatrième stade serait représenté par *H. palæindicus* FALC. et CAULT., où la symphyse est plus courte que dans toutes les autres formes, où I_1 et I_3 , ayant augmenté énormément de taille, ont coïncé entre elles I_2 , devenue très petite.

Si, d'autre part, on fait intervenir les données stratigraphiques, on constate, grâce aux récentes observations de Pilgrim ¹ : 1° que *H. iravaticus* se trouve dans la zone du Dhok Patan (Pontien supérieur : horizon de Pikermi), où il est d'ailleurs rare ; 2° qu'un Hippopotame indéterminé abonde dans la zone du Tatrât (Pliocène inférieur) ; 3° que *H. sivalensis* est propre à la zone dite Boulder conglomerate (Pliocène le plus récent, c'est-à-dire Villafranchien) ; 4° que *H. namadicus* et *H. palæindicus* datent du Pléistocène. Ces données cadrent bien avec les déductions anatomiques de Lydekker.

On aurait donc une série d'Hippopotames hindous originellement hexaprotodontes et devenant tétraprotodontes au Pléistocène par disparition de I_2 . Cette lignée aurait envoyé en Europe un rameau correspondant à *H. Pantanellii*, à la fin du Pontien : l'horizon de Casino est un peu plus récent que celui de Dhok Patan, équivalent du niveau de Pikermi ; il correspond aux « Bhandar beds » des « Middle Siwaliks » qui n'ont pas encore fourni de Vertébrés fossiles.

Lydekker admet que I_2 manque chez *H. amphibius*, tandis que I_1 y devient très grande et I_3 très petite. Pour ce paléontologiste *H. liberiensis*, qui constituerait le terme ultime de la série, ne possède plus que I_1 .

Guldberg et Forsyth Mayor ont tenté, après Lydekker, des essais sur la phylogénie des Hippopotames, en se basant, le premier, sur la morphologie générale, le second, sur le développement relatif du crâne et de la face du squelette. Forsyth Mayor classe ainsi ces Artiodactyles d'après leur stade d'évolution : 1° *H. liberiensis*, 2° *H. iravaticus*, 3° *H. sivalensis*, 4° *H. palæindicus*, 5° *H. minutus*, *H. madagascariensis*, 6° *H. amphibius*, 7° *H. major*.

1. *Rec. Geol. Surv. India*, XLIII, 4, 1913, p. 285, 300-301, 322-323, 324, pl. xxvi.

La place que Forsyth Mayor attribue à *H. liberiensis* à la base de la série, cadre avec les déductions auxquelles me conduit l'examen des petites mâchoires de *H. madagascariensis*.

Par contre la lignée des Hippopotames hindous me paraît distincte de celle des Hippopotames africains. Par la longueur de sa symphyse, *H. amphibius* se place, en effet, entre *H. sivalensis* et *H. namadicus* ; par son I_3 très petite, il s'éloigne considérablement de *H. palæindicus*, où cette dent est très grande. *H. amphibius* (avec *H. major*) me paraît appartenir à la lignée africaine de la famille des Hippopotamidés, où il occuperait une place intermédiaire entre le stade *sivalensis* et le stade *namadicus* de la branche indoue.

Cette conclusion est, d'ailleurs, d'accord avec la répartition stratigraphique de l'Hippopotame amphibie que l'on trouve à la fois dans le Villafranchien (niveau de *H. sivalensis*) et dans le Pléistocène (niveau de *H. namadicus* et de *H. palæindicus*).

H. minutus et *H. madagascariensis* pourraient être des rameaux latéraux dérivés des stades par lesquels serait passé *H. liberiensis* avant de donner *H. amphibius*, et il en aurait été également ainsi de *H. hipponensis*.

IV. — Aires de dispersion des Hippopotames fossiles.

Les aires de dispersion des Hippopotames, au Miocène récent, au Pliocène et au Quaternaire, présentent des particularités remarquables, susceptibles d'aider à l'interprétation de divers problèmes de biographie.

Au Miocène récent (Pontien) vivaient en Birmanie et dans l'Inde orientale (Middle Siwalik : Asnot) de rares Hippopotames, de petite taille, d'ailleurs.

Dans l'Inde occidentale (île de Perim), en Perse (Maragha) et en Europe (Samos, Pikermi, Vienne, Eppelsheim, Léberon, etc.) l'on ne connaît pas d'animaux de ce genre datant du Pontien inférieur et moyen, et c'est seulement au Pontien supérieur, qu'apparaît en Italie (Casino) un Hippopotame nain.

Au Pliocène ancien (Plaisancien-Astien), ce genre de Mammifères devient fréquent dans l'Inde orientale (Upper Siwalik : Tatrot), mais il manque complètement en Europe.

Rare en Algérie (Tigmerit), il est alors abondamment représenté en Égypte (oued Natroun), par une petite forme, et en Éthiopie (Omo), par des individus identiques à ceux qui vivent aujourd'hui dans cette contrée.

Au Pliocène récent (Villafranchien), l'Hippopotame continue à

habiter l'Inde orientale (Upper Siwalik) et l'Algérie (Duvivier, Mansoura, Ain Jourdel, St-Arnaud). Représenté par une espèce de grande taille dans la péninsule hindoue, il compte simultanément une petite et une grande forme en Berbérie.

Celle-ci vient alors dans l'Europe méridionale (Italie : Val d'Arno, Astésan), mais ne s'avance pas jusque dans l'Europe occidentale, où on ne la signale d'aucun gisement français (Chagny, Cajaro, le Puy, Perrier).

C'est seulement au début du Pléistocène, au Saint-Prestien, que *H. amphibius* arrive en France (Durfort, Sainzelle, Saint-Prest).

Enfin au Cromérien, cet Artiodactyle gagne la Hollande (Tegelen), l'Angleterre (Cromer) et l'Autriche (Dürntrut), mais il ne pénètre pas dans l'Allemagne du Nord (Rixdorf), il continue à vivre en Italie (Lefse) et en France (Le Riege, Solilhac).

Au Pléistocène moyen (Chelléen, etc.), on le signale encore en Angleterre (Tanise), Belgique, France (Somme, Seine, Allier, Charente, Grimaldi), Italie (Rome), Espagne (Terrassa), Allemagne occidentale (Rhin), mais on ne le connaît ni de l'Allemagne centrale (Süssenborn), ni de la Russie centrale (Moscou) ou méridionale (Tirastol), ni de la Sibérie (Altaï). C'est probablement de cette époque que datent les gisements du Caucase (Tiflis) et de Phénicie (Ras el Kelb).

Tandis que dans l'Europe occidentale on a généralement à faire à *H. amphibius major*, la région méditerranéenne (Livournaise, Sicile, Malte, Crète, Chypre) offre surtout des types nains *H. a. Pentlandi*, *H. a. minutus*. Des formes plus grandes, mais cependant de taille médiocre, habitent alors l'Algérie et la Basse-Égypte (*H. a. sirensis*, *H. a. icosiensis*, *H. a. annectens*).

L'Hippopotame disparaît définitivement de l'Europe vers le début du Pléistocène récent (Würmien), avant l'Aurignacien.

Dans l'Inde, on trouve encore des Hippopotames dans les alluvions anciennes de la Narbadah (Postpliocène), mais on n'en signale plus dans le remplissage des cavernes de Karnul (Pléistocène).

À Java (Trinil) et à Sumatra, on a indiqué ce Pachyderme également du *Postpliocène*, où il serait représenté par une forme peut-être apparentée aux types hindous, de même âge.

La deuxième molaire supérieure droite, de la taille de celle de *H. amphibius major*, figurée par Schlosser¹ comme provenant du Pontien (Rother Thon) du Chan Si (Chine), doit avoir

1. *Abh. d. math.-naturw. Cl. d. k. Bayer. Akad. d. Wiss.*, XXII, 1903, p. 95, 212.

été trouvée en réalité dans le Villafranchien ou le Quaternaire de cette province.

En Afrique, la taille des Hippopotames est encore à l'heure actuelle sujette à d'assez grandes variations : Stromer¹ en signale un individu géant trouvé dans le Rovuma (Sud de l'ancienne Afrique orientale allemande) : sa taille approchait de celle de *H. a. major*. Ce dernier existait déjà au Quaternaire en Afrique : *H.* de l'île Iris, près de l'île Argo, dans la vallée du Nil (Nubie); *H.* des tufs volcaniques de Serengeti (ancienne Afrique orientale allemande)²; *H. amphibius robusta* FRAAS³ de la terrasse supérieure du Vaal, près de Kimberley (Afrique du Sud).

Le type *H. amphibius* est certainement plus ancien en Afrique qu'en Europe. Je ne vois en effet aucune différence entre la forme vivante et celle qu'indique les ossements recueillis par Brumpt sur les rives de l'Omo dans l'Afrique orientale, au milieu des sédiments rapportés au Pliocène ancien par M. Haug⁴.

H. amphibius aurait donc encore été, en Afrique orientale, le contemporain de *H. hipponensis* de l'Afrique du Nord, qui devrait être considéré comme un rameau latéral dérivé de la lignée ancestrale du premier, avant le Pliocène ancien, vraisemblablement au Pontien.

H. hipponensis provient certainement lui-même d'un stade des Hippopotames africains plus récent que *H. madascagariensis*. Celui-ci, connu seulement à l'état subfossile, n'en remonte certainement pas moins à une époque géologique assez reculée : il a pu pénétrer à Madagascar à la faveur de la grande régression géosynclinale du Pontien.

La différenciation des rameaux d'où sont dérivés *H. hipponensis*, d'une part, *H. madagascariensis*, d'autre part, serait antérieure au Pontien et pourrait dater du Vindobonien.

H. madagascariensis apparaît à son tour comme un type dérivé de *Chæropsis liberiensis*, ou d'une forme affine remontant peut-être au Burdigalien.

Théoriquement donc nous pourrions admettre qu'en Afrique le type *Tetraprotodon* date du Vindobonien et le type *Chæropsis*, du Burdigalien.

Les *Chæropsis*, dont nous retrouvons les restes dans le Quaternaire de Chypre, se seraient peut-être réfugiés sur cette terre dès le Burdigalien, tandis que les petits *Tetraprotodon* de Sicile,

1. *Zeitschr. Deutsch. Geolog. Gesellsch.*, XLVI, 1914, p. 7.

2. STROMER. *Abhandl. herausg. v. der Senckenbg. Naturf. Gesellsch.*, XXIX, 1905, p. 115.

3. *Zeitschr. Deutsch. Geolog. Gesellsch.*, LIX, 1907, p. 233-243. pl. VIII.

4. *Traité de géologie*, 1911, p. 1727.

de Malte et de Crète seraient des formes remontant seulement au Pliocène.

En Berbérie, l'Hippopotame a disparu vers la même époque qu'en Europe, car on ne le trouve plus associé aux restes des industries du Gétulien et de l'Ibéromaurusien, synchroniques d'une période chaude et sèche ayant coïncidé avec une vaste extension de la Savane à Mimosées ¹.

Cependant cet animal se serait maintenu longtemps encore au Sud du Maroc, en Mauritanie. Douls ² indique son image parmi les animaux gravés sur les rochers du Sud du Draa, dans la vallée de Chebika. Précisément encore au Sud de cette vallée l'Hippopotame aurait existé dans la région de Saguiet el Hamra, sur le littoral saharien, aux temps historiques, si l'on s'en rapporte aux témoignages d'Hannon ³ et d'Agrippa ⁴.

De la même contrée, mais à l'intérieur des terres, on signale des ossements d'Hippopotames dans la saline de Taoudeni ⁵.

La présence de ces animaux dans les régions sahariennes, si elle indique incontestablement un climat différent de celui du Sahara actuel, ne doit cependant pas faire se méprendre sur les conditions météorologiques anciennes de la Mauritanie, pas plus que la découverte de leurs restes fossiles en Grande-Bretagne ne doit illusionner sur la température des contrées riveraines des grands glaciers quaternaires de l'Europe.

Les remarquables facultés d'adaptation de l'Hippopotame a des milieux aussi variés ne sauraient d'ailleurs être discutées depuis les récentes explorations effectuées en Afrique. Chudeau ⁶ signale la présence de ce pachyderme dans les mares peu étendues de Gourselik, entre le Tchad et Zinder. En Abyssinie, on le rencontre dans de petits cours d'eau dont la température en hiver ne doit guère être supérieure à 0° ; il est aussi abondant dans les lacs Tana et Zouai, dont les eaux sont douces, que dans le lac Chalho dont l'eau est salée ⁷. D'autre part, le zoologiste-explorateur Selous, qui en a rencontré au large des bouches du Zambèze, rapporte qu'au dire des indigènes, les Hippopotames se rendraient par mer d'un fleuve à l'autre. Van den Decken en vit jadis dans l'île de Zanzibar : ils avaient dû franchir pour y arri-

1. L. JOLEAUD. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, XLIII. 1918, p. 101, n. 1.

2. *Bull. Soc. Géogr.*, Paris, 1888, p. 456.

3. Périple, 9 et 10.

4. In PLINE, V, 10 : peut-être aussi d'EUTHYMÈNE in AELIUS ARISTIDE, *Orat.*, XXXVI, 85 et 96. — Cf. GSELL. *Histoire ancienne de l'Afrique du Nord*, I, 1913, p. 489, sq.

5. CORTIER in CHUDEAU. Sahara soudanais. 1909, p. 281.

6. *Loc. cit.*, p. 202.

7. PARMENTIER. *La Géographie*, XXVI, 1912, p. 6.

ver un détroit de 67 km. On voit ainsi combien sont différents les milieux où les Hippopotames vivent aujourd'hui, et il en a été certainement de même aux époques antérieures.

V. — *Hypothèses sur l'origine des Hippopotames.*

La présence d'un *Chæropsis* à Chypre au Quaternaire est peut-être liée à l'origine asiatique des Hippopotames. Elle constituerait un trait d'union entre l'habitat actuel du *Chæropsis* de l'Ouest africain et le gisement de l'*Aprotodon* aquitainien du Beloutchistan.

Chæropsis liberiensis vit aujourd'hui dans la même région de refuge qu'un *Tragulidé*, *Hyæmoschus* (= *Dorcatherium*), trouvé fossile dans l'Europe occidentale (France, Suisse, Allemagne occidentale et méridionale, Bohême, Syrie) depuis le Burdigalien inférieur (Montabuzard) jusqu'au Pontien supérieur (Croix-Rousse). Très rare dans Miocène inférieur et supérieur, il est surtout connu du Miocène moyen,

Ce Ruminant a été également observé dans les dépôts néogènes de l'Inde, depuis l'Aquitainien supérieur jusqu'au Pontien inférieur.

C'est précisément dans l'Aquitainien hindou qu'a été trouvé, comme je l'ai rappelé précédemment, le genre *Aprotodon*, Mammifère apparenté aux Hippopotames, mais dépourvu d'incisives. Au début du Miocène, le système dentaire de ces Pachydermes était donc déjà en voie de réduction au moins dans un phylum.

Ainsi la disposition hexaprotodonte des Hippopotames qui est celle présentée originellement par les Suilliens, serait antéaquitainienne dans la série *Aprotodon-Tetraprotodon Chæropsis*, tandis qu'elle aurait, semble-t-il, reparu beaucoup plus tard ou peut-être simplement persisté dans la lignée des Hippopotames hindous.

Accidentellement on la retrouverait d'ailleurs chez *H. amphibius* :

De Blainville ¹ a décrit et figuré une mandibule d'un très jeune individu de cette espèce où il aurait constaté la présence de 6 incisives subégales : I_3 disparaîtrait, à l'âge adulte, suivant cet auteur. Cette manière de voir ne cadre pas avec les observations de Lydekker sur *H. palæindicus*, où c'est I_2 de la mâchoire inférieure qui entre en régression.

1. Ostéographie des Mammifères, IV, Genre *Hippopotames*, 1839-64, p. 28-32.

Falconer¹ a reconnu un autre cas d'hexaprotondisme dans un *H. amphibius*, dont la mandibule possédait 2 incisives à gauche et 3 à droite : I₃ y était mal formée, petite et située sous l'alvéole de la canine. Gaudry² a également signalé un Hippopotame amphibie, dont la mâchoire présentait 2 incisives à gauche et 3 à droite.

D'autre part, Falconer a encore indiqué un *H. amphibius* du musée de Berlin qui ne possédait que 2 incisives à la mâchoire inférieure, comme *H. liberiensis* actuel.

Flower³ a constaté de son côté que certains spécimens de *H. liberiensis* ont 2 incisives d'un côté de la mandibule et seulement une de l'autre.

Ces observations de Blainville, Falconer et Gaudry montrent qu'il est bien difficile de définir dans l'état actuel de nos connaissances, les relations phylogéniques des Hippopotames à dentition réduite de la série africaine et des Hippopotames à dentition complète de la série asiatique.

La série africaine avait peut-être déjà perdu toutes ses incisives à l'Aquitainien : elle en aurait ensuite récupéré 2, puis 4, au cours des temps miocènes ; les stades antérieurs, correspondant à la réduction progressive de son système dentaire, remonteraient dès lors à l'Oligocène.

Il est possible que l'on puisse, avec Stehlin⁴, faire dériver ces Artiodactyles d'un petit Suillien, *Chæromorus*, trouvé dans le Lutétien supérieur et le Ludien inférieur de la Suisse. Schlosser⁵ rattache au même genre *Leptacotherulum* du Ludien supérieur du Quercy. *Chæromorus* serait apparenté aux types les plus archaïques des Suilliens d'Europe, *Cæbochærus* (Lutétien supérieur à Ludien supérieur) et *Chæropotamus* (Bartonien à Sannoisien inférieur).

Pour Stehlin⁶; les formes oligocènes eurasiatiques *Propalæochærus* (Rupélien), *Palæochærus* (Rupélien-Burdigalien), *Doliochærus* (Chattien) ne descendraient pas directement du phylum *Cæbochærus-Chæromorus-Chæropotamus*, mais formeraient une série cryptogène, moins évoluée à certains points de vue que la série éocène.

1. *Palæontological Memoirs and Notes*, II, 1868, p. 406.

2. *B.S.G.F.*, (3), IV, 1876, p. 504.

3. *Proc. Zool. Soc.*, 1887, p. 612.

4. *Abhandl. Schweiz. Palæont. Ges.*, XXXII, 1900, p. 302 ; *Id.*, XXXV, 1908, p. 749-751.

5. *Grundzüge der Palæontologie*, II, 1911, p. 473. — Cf. STEHLIN, *loc. cit.*, XXV, 1908, p. 750.

6. *Abhandl. Schweiz. Palæont. Ges.*, XXXII, 1900, p. 475.

Des ancêtres de la lignée *Prolæochærus-Doliochærus* dériveraient directement les Dicotylidés (Pécariis) d'Amérique apparus aux États-Unis au Sannoisien, au Mexique et dans l'Amérique du Sud au Pliocène.

La migration qui a donné naissance aux Dicotylidés aurait emprunté la voie du détroit de Behring sur laquelle Osborn a depuis longtemps attiré l'attention des paléontologistes.

Le foyer d'origine des Suilliens, d'où ces animaux immigrèrent en Europe, une première fois au Lutétien supérieur, une seconde fois au Rupélien, aurait donc été situé en Asie, sans doute dans la région hindoue, où nous voyons les Hippopotames conserver jusqu'au Quaternaire une physionomie hexaprotodonte.

Une telle conception théorique n'est pas pour surprendre après les dernières découvertes de Pilgrim et Cotter.

Ces savants viennent en effet de faire connaître de l'Éocène moyen de la Birmanie une belle faune composée principalement d'Artiodactyles pachydermes. Ceux-ci appartiennent, il est vrai, à la section des Anthracothériens ; mais de nouvelles trouvailles nous feront sans doute connaître des Suilliens archaïques de l'Éocène moyen de ces contrées.

Quoi qu'il en soit un fait biologique important me paraît se dégager de l'étude de l'évolution des Hippopotames. C'est que ces animaux nous fournissent un nouvel exemple de réversibilité de l'évolution par la *disparition progressive* des incisives, puis leur *réacquisition graduelle*. Nombre de faits de cet ordre ont d'ailleurs été signalés dans ces dernières années par Errera, Matthew, Boulanger, etc.

Il est curieux de voir cette réversibilité porter sur le système dentaire, c'est-à-dire sur un ensemble d'organes dont les caractères sont généralement considérés comme très constants chez les Mammifères.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I

- FIG. 1. *Hippopotamus madagascariensis*, mandibule d'un très jeune individu : vue de la face interne de la moitié gauche de la mandibule.
 2. *Id.*, vue de la face orale.
 3. *Id.*, vue de la face antérieure.
-

STRATIGRAPHIE DU GISEMENT FOSSILIFÈRE DU PONT-DE-GAIL, PRÈS DE SAINT-CLÉMENT (CANTAL).

PAR **Pierre Marty** ¹.

Parmi les volcans du Massif Central de la France, il en est, comme ceux des environs du Puy, qui sont bien pourvus de gisements fossilifères, de sorte qu'on peut dater de façon précise leurs diverses éruptions. Mais d'autres, tels ceux du Mont-Dore et du Cantal en particulier, sont moins favorisés à ce point de vue ; aussi l'âge absolu d'une partie de leurs coulées reste-t-il assez incertain.

C'est pourquoi je considère comme une excursion heureuse, celle où, au cours d'un levé de carte en vue d'autres recherches, j'ai constaté les richesses paléontologiques du gisement du Pont-de-Gail, Diatomées, bois fossiles, graines de plantes, empreintes de feuilles, Mollusques, Poissons et Mammifères ², éléments de flores et de faunes qui, par leur coexistence dans un même dépôt, se complètent mutuellement et permettent d'établir, entre les divers ordres auxquels ils appartiennent, des synchronismes dont la valeur documentaire est évidente. La bonne fortune de cette découverte est doublée du fait que l'étude des fossiles en question a été entreprise par les plus habiles spécialistes que nous possédions en ce qui touche la connaissance de chacun de ces groupes. Ainsi, tant par l'abondance, la variété et la belle conservation des documents qu'il a déjà livrés, et livrera encore, que par l'autorité des naturalistes qui les mettent en œuvre, le gisement du Pont-de-Gail semble appelé à jouer un rôle important dans la chronologie du volcan du Cantal et dans la connaissance des êtres qui le peuplaient au moment de son édification.

Je me propose, dans les pages suivantes, tout en résumant ce que l'on sait de la stratigraphie et la paléontologie de ce volcan, de donner sur la topographie et la géologie du gisement du Pont-de-Gail et de ses alentours, les renseignements généraux et circonstanciés grâce à quoi les monographies auxquelles il vient d'être fait allusion seront situées dans leur cadre et prendront leur pleine valeur.

Le Pont-de-Gail est bâti sur le Goul, qui draine le secteur sud-ouest de la pyramide volcanique du Cantal et se jette dans la

1. Note présentée à la séance du 19 avril 1920 (*C. R. somm.*, 1920, p. 75).

2. Parmi les Mammifères, à un tibia d'Équidé et à un astragale d'Antilope ou de Cerf, soumis par M. Dollfus à l'examen de M. Boule, je crois pouvoir ajouter, bien que ces débris n'aient été étudiés par aucun spécialiste, un astragale de Rhinocéros, une mandibule, un coxal, un calcaneum de *Steneofiber* et une mandibule de Soricidé. Les restes de Poisson appartiennent à un Brochet.

Trucyre, affluent du Lot. Il est situé dans la commune de Saint-Clément, canton de Vic-sur-Cère, arrondissement d'Aurillac. La carte de l'État-Major ne mentionne pas l'auberge Froquières, à l'entrée même du pont, qui a emprunté son nom à l'ancien propriétaire de l'auberge, un nommé Gail ou Gaye. On le désigne

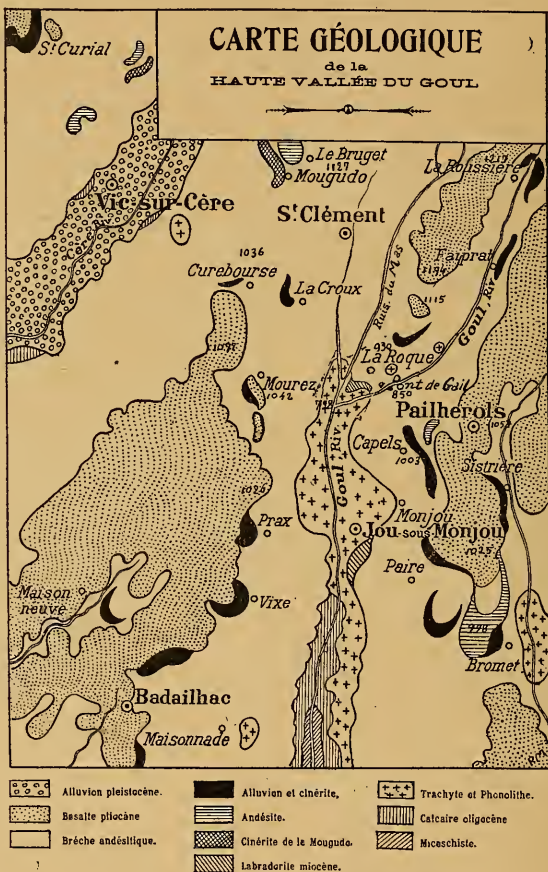


FIG. 1. — Échelle : 1/100 000.

aussi sous le nom de Pont-des-Trémoulières, à cause sans doute des bosquets de Trembles (*Tremuli*) qui en ombragent les abords. Son altitude est à la courbe approximative de 850 m. Il se trouve sur le chemin de grande communication de Vic à Raulhac; un peu au-dessus du confluent du Goul avec le ruisseau du Mas, grossi, lui-même, de celui de Saint-Clément. Le propriétaire actuel de l'auberge Froquières, pour dégager son habitation, trop

adossée à la colline a, vers 1912, ouvert entre celle-ci et le bâtiment, une étroite tranchée qui a mis au jour le gisement fossilifère. En 1914, M. l'abbé Barbet, alors curé de Saint-Clément et M. Maury, alors instituteur à Maillargues, et auteur de bons travaux sur l'histoire naturelle du Cantal, m'ont signalé l'existence du gisement, à propos d'un débris osseux en mauvais état, qui y avait été découvert et qu'un médecin des environs avait déterminé fémur humain, alors qu'il s'agit en réalité d'un tibia, rapporté par M. Boule, à un gros *Hipparion* du type *crassum* ou à un Cheval archaïque.

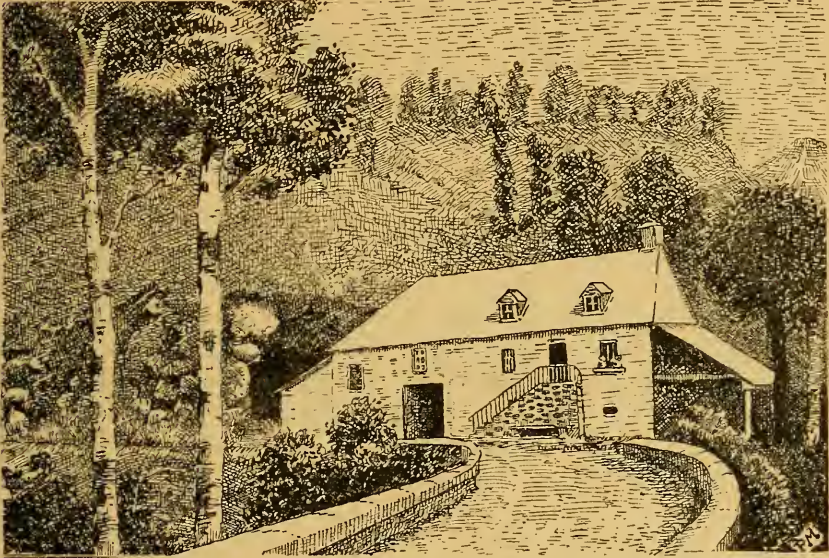


FIG. 2. — LE PONT-DE-GAIL, L'AUBERGE FROQUIÈRES ET LE GISEMENT FOSSILIFÈRE.

M'étant, peu après, rendu au Pont-de-Gail, j'ai été frappé de la richesse de ce gisement, dont je me suis, depuis, attaché à extraire de nombreux fossiles. Je donnerai plus loin des détails sur sa coupe. Il convient de le situer d'abord dans son ambiance géologique.

En remontant la vallée du Goul, de Raulhac à sa source, on traverse presque toutes les formations du Cantal. Ce sont, à la base, des micaschistes. Au-dessus viennent des sables quartzeux du Tongrien, qui ont livré, près de Saint-Flour, *Entelodon magnus* et *Aceratherium Gaudryi*. Ils sont recouverts par des marnes, versicolores puis blanches (Rupélien-Stampien) qui con-

tiennent *Hydrobia Dubuissoni* et *Potamides Lamarcki*. Ces marnes passent à des calcaires compacts firmitiens, avec bancs de silex, où l'on trouve *Potamides Lamarcki*, *Limnea pachygaster* et *Planorbis cornu*.

Les calcaires en question sont recouverts localement, aux environs d'Aurillac, par des graviers quartzeux, qui alternent avec les plus anciennes coulées basaltiques du Cantal et qui renferment la faune bien connue du Puy-Courny, à *Dinotherium giganteum*, *Rhinoceros Schleiermachi*, *Hipparion gracile*, *Tragocerus Amaltheus*, *Gazella deperdita*, *Dicrocerus*, etc. Ces sables n'ont pas encore été observés dans la vallée du Goul. Les basaltes inférieurs y sont faiblement représentés à Laveissière. Un peu plus haut que ce point, existe, reposant directement sur les calcaires, une puissante formation volcanique, découverte et décrite, avec son talent coutumier, par M. Boule. Il s'agit d'un massif de trachyte, passant au phonolithe, épais de plus de 200 m., flanqué d'une coulée de labradorite, ennoyé par la brèche andésitique, ramené en surface par l'érosion pléistocène, accidenté de mornes abrupts, analogues à ceux du Mézenc, et reparaisant, ainsi que les labradorites, dans la vallée voisine de l'Erasthène, où j'ai signalé leur présence. On vient de voir que ces anciennes coulées, issues de volcans sporadiques, ont été recouvertes par les projections andésitiques. Celles-ci, sur lesquelles nous aurons à revenir, entrent pour les cinq sixièmes dans la masse du grand volcan, à cratère unique, qui représente la véritable entité géognostique du Cantal. Ce volcan, malgré les dénudations qu'il a subies, mesure encore 1 200 m. de hauteur à son centre et 40 km. de rayon. Un sixième de sa masse est constitué par des coulées vives, andésites augitiques et basaltes porphyroïdes de sa partie inférieure et moyenne, andésites porphyroïdes du sommet. Le complexe andésitique est recouvert localement par des coulées de phonolithe qui semblent passer à des roches hybrides, noires, augitiques, tantôt à haüyne, tantôt à olivine microlithique. M. Boule les a signalées aux environs de Murat. Je les ai retrouvées, puissamment développées, tout près de la source du Goul, dans le haut cirque du Siniq, sous forme d'andésites augitiques à microlithes d'andésine et présentant aux deux temps de l'olivine rubéfiée, difficilement reconnaissable, et sur la véritable nature de laquelle je dois à M. Glangeaud d'être renseigné.

Dans les alluvions du pont de la Vieille, j'ai vu des roches noires à haüyne ; de sorte que la série des environs de Murat semble exister aussi sur le flanc sud du Cantal, où sa position stratigraphique, très nette, la place entre des cinérites andési-

tiques et le basalte des plateaux. Ce basalte, par l'épanchement duquel prend fin l'activité volcanique du Cantal, et qui a blindé de ses épaisses coulées les pentes du cône andésitique, forme les crêtes qui dominent la vallée du Goul autour du Pont-de-Gail.

Avant de poursuivre l'examen des phénomènes géologiques dont cette vallée a été le théâtre, nous devons revenir un instant sur le complexe andésitique dans lequel est inclus le gisement fossilifère. La partie clastique de ce complexe a été autrefois considérée comme étant d'origine glaciaire. Les objections théoriques de M. Boule et les observations directes de M. Lacroix sur la Montagne Pelée ont fait justice de cette hypothèse.

Il est possible que des recherches de détail permettent un jour de reconnaître des brèches d'éroulement, des brèches de fric-

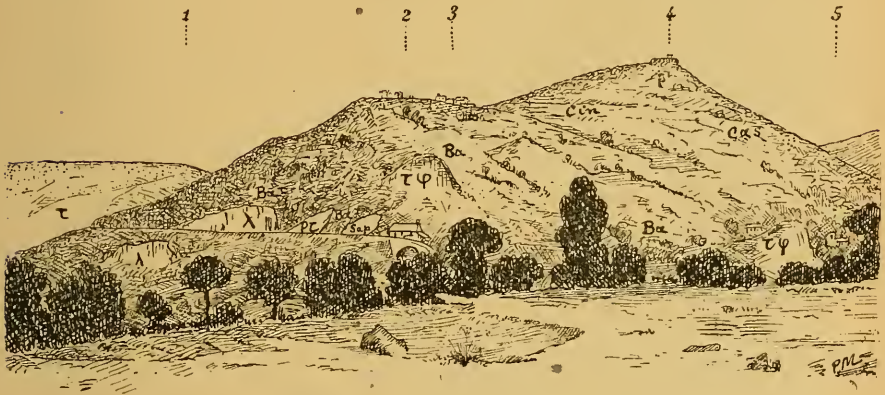


FIG. 3. — VUE DE LA COLLINE DE LAROQUE, PRISE DU SUD.

1, Vallon du Mas; 2, Auberge Froquières et Pont-de-Gail; 3, Hameau de Laroque; 4, Point 1115; 5, Hameau de Laroquevielle. — τ, Trachyte; τφ, Trachyphonolithe; Pτ, Projections trachytiques; Ba, Brèche andésitique; Cαs, Conglomérat andésitique stratifié; Cin, Cinérites à empreintes végétales; β', Basalte des plateaux; Sap, Sapropel fossilifère du Pont-de-Gail; λ, Labradorites.

tion, des brèches d'avalanches sèches, des dépôts de nuées ardentes. Jusqu'ici, on n'a distingué dans le complexe andésitique et clastique du Cantal, outre des bancs de cinérites, que deux types assez tranchés, l'un plus igné, l'autre remanié par les eaux, le premier plus central, le second plus périphérique, mais qui, par transitions insensibles, passent de l'un à l'autre, en maint endroit, aussi bien dans le sens horizontal que dans le sens vertical. On désigne le premier sous le nom de brèche, le second sous le nom de conglomérat andésitique. Le conglomérat andésitique, nommé aussi trass, a une couleur claire; la pâte en est formée par

des ponces vacuolaires, peu cohérentes, englobant souvent, à l'état plus ou moins roulé, des blocs de nature variée, andésite, basalte, et même des débris des terrains préexistants, calcaires, schistes cristallins, quartz, empruntés aux matériaux de déblai de la cheminée volcanique ou au sol sur lequel il s'est épanché en le labourant. Tous ces blocs sont dans un état de confusion extrême et on a l'impression qu'ils proviennent d'avalanches boueuses identiques à celles qui ravagent les pentes des volcans modernes. C'est, selon l'heureuse expression de M. Dollfus, un résidu de balayage. La brèche ignée est caractérisée par un ciment, non plus ponceux, mais cinéritique, qui englobe des blocs anguleux, presque exclusivement formés d'andésite. Vers le centre du volcan, le ciment disparaît peu à peu et les blocs finissent par se souder directement entre eux, si bien qu'il est parfois difficile de distinguer cette brèche des laves scoriacées où les fronts de coulée, brusquement refroidis, ont, en se fissurant, donné lieu à la formation de blocs noyés ensuite dans la partie encore en fusion et en progression des dites coulées.

Dans la vallée du Goul, le passage de la brèche au conglomérat s'opère horizontalement un peu en aval du Pont-de-Gail. A la hauteur de ce pont, la base des versants de la vallée est formée, en placage contre le massif trachy-phonolithique, par une brèche de couleur sombre, à cassure vive, très riche en blocs anguleux, donnant lieu à des escarpements pittoresques. Dans la région du haut Goul, ainsi que dans les vallées des cours d'eau qui drainent les plateaux voisins, entre le conglomérat ou la brèche andésitique à la base et le basalte au sommet, j'ai découvert un important niveau sédimentaire. Il s'agit des dépôts d'une ancienne nappe lacustre, témoin d'un premier épicycle de creusement. Ces dépôts s'étendent sur une surface équilatérale d'environ 9 km. de côté et se prolongent par les alluvions d'un cours d'eau sous-basaltique signalé par Rames et qu'on peut suivre sur 16 km.

Ce réseau hydrographique est donc visible sur 25 km. Il est formé, dans sa partie supérieure, d'alternances mainte fois répétées, de sédiments sableux, de cailloux roulés et bien lavés, parfois cimentés par de l'oxyde de fer et d'argiles cinéritiques à empreintes végétales d'une part, et, de l'autre, de produits volcaniques, lapilli, petits lits de brèche andésitique, et même de coulées vives, comme le massif, non encore signalé, qui s'étend au-dessus du Pont-de-Gail, sur 3 km. de Pailherols à Bromet. C'est une roche claire, rude au toucher, jaune ou bleuâtre, porphyroïde, microlithique, à microlithes de feldspath courts, avec un peu de matière vitreuse. On y voit, au premier

temps, de grands cristaux de sanidine, de l'augite et de la biotite ; au second temps de la magnétite et un feldspath qui, aux essais Boricky, donne du fluosilicate de potasse. Il s'agit donc apparemment là d'une andésite acide qui ressemble beaucoup aux andésites porphyroïdes des plus hauts niveaux du volcan. J'ajouterais que des galets des andésites porphyroïdes en question existent au sommet des alluvions sous-basaltiques ; et cette remarque trouvera sa justification dans la chronologie du complexe andésitique qu'il nous reste à établir.

A la base, inclusivement, de cette formation, à Jour-sac, M. Boule a signalé *Dinotherium giganteum*, *Rhinoceros Schleiermachi*, *Hipparion gracile* et *Mastodon longirostris*. De la même localité et au même niveau, j'ai décrit une flore

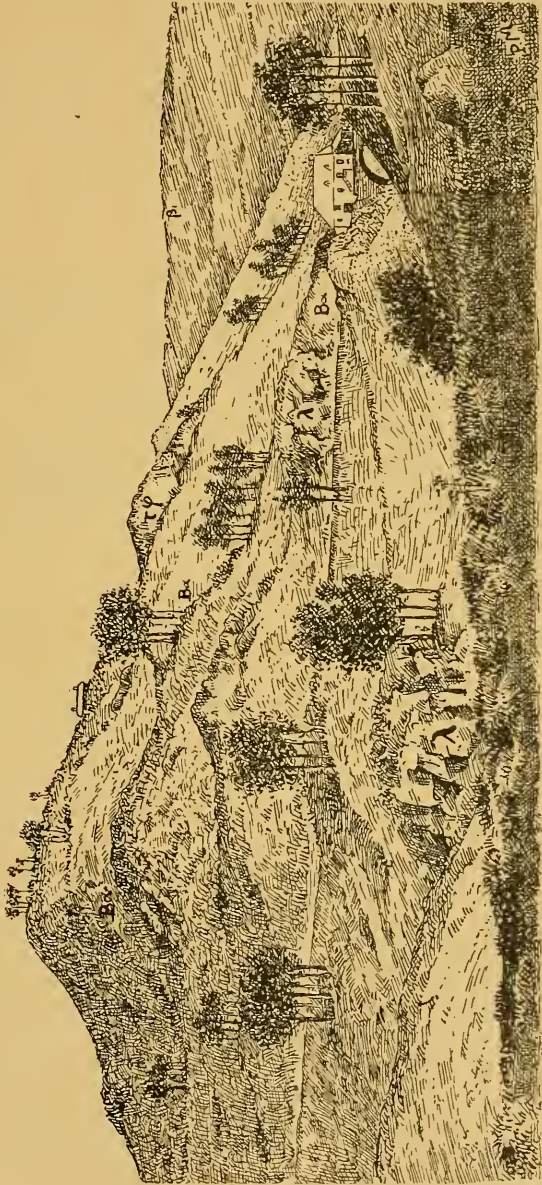


FIG. 4. — LA VALLÉE DU GOUL ET LE PONT-DE-GAIL (même légende).

pontienne à Camphriers comprenant environ cent espèces. Ainsi, toutes les éruptions antérieures à la mise en place du complexe andésitique et la partie inférieure elle-même de ce complexe datent du Miocène supérieur.

Dans le reste de celui-ci, et jusqu'à son plus haut niveau, au sein des alluvions sous-basaltiques de la vallée du Goul, qui renferment à l'état de cailloux roulés les dernières andésites porphyroïdes émises par le volcan, à Niac, à Saint-Vincent, à Lagarde, au Claux, à la Mougudo, à la Croux, à Capels, à Lasclausades et dans les nouveaux gisements de Curebourse, de Laroque et de Lacapelle-Barrez, que j'ai récemment découverts, existe une flore, étudiée par de Saporta, M. Laurent et moi-même, flore très homogène aux divers niveaux cinéritiques qui la contiennent, assez différents de la flore pontienne de Joursac, et complètement différente de la flore astienne des sables à Mastodontes de Ceyssac, près du Puy. Intercalée entre le Miocène supérieur et le Pliocène moyen, cette flore est nécessairement plaisancienne et, comme elle atteint le sommet du complexe andésitique, il s'ensuit que cette formation, pontienne à la base, est du Pliocène inférieur pour le reste de sa masse.

Les basaltes supérieurs de la vallée du Goul, qui terminent la série volcanique, sont assez difficiles à dater. Ils se sont épanchés dans le lac et la vallée du Pliocène inférieur décrits plus haut. Ils font donc partie du même épicycle sédimentaire et ne s'éloignent peut-être pas beaucoup, comme âge, du Plaisancien. M. Boule a montré que des basaltes qui, dans la vallée de l'Alagnon, occupent la même position stratigraphique, sont antérieurs à la faune à Hippopotames.

L'histoire géologique du Cantal se termine par celle de trois épicycles de creusement postérieurs à la sortie des derniers basaltes et ayant eu, chacun, sa glaciation propre. De ces trois épicycles, le premier a formé un réseau hydrographique très différent du réseau actuel. La terrasse du Bousquet, dont les alluvions renferment une industrie chelléo-acheuléenne, fait partie du second. J'ai découvert, dans un cône de déjection morainique du troisième, à Arpajon, des restes de *Cervus tarandus* et de *Felis spelæa*.

Le dernier glaciaire du Cantal se place donc entre des alluvions à silex chelléens et des alluvions à faune du Renne. Ces trois épicycles ont laissé leur trace dans la vallée du Goul sous forme d'auges emboîtées.

Le gisement même du Pont-de-Gail, par l'étude duquel se termine cette note, est situé presque à l'extrémité de la montagne

de Laroque, qui forme un éperon entre la vallée du Goul et celle du ruisseau du Mas. Le *substratum* de la montagne est constitué par le massif de trachy-phonolithe qui pointe à Laroquevieille et sous le hameau de Laroque. Sur ce morne s'appuie, presque au contact du gisement, une coulée de labradorite. Le tout est ennoyé par une brèche andésitique ignée passant, à partir du niveau de Laroque, au complexe alluvio-volcanique signalé plus haut. Près de Laroque existe un banc de cinérites à empreintes de Dicotylédonées. Le basalte des plateaux couronne le tout.

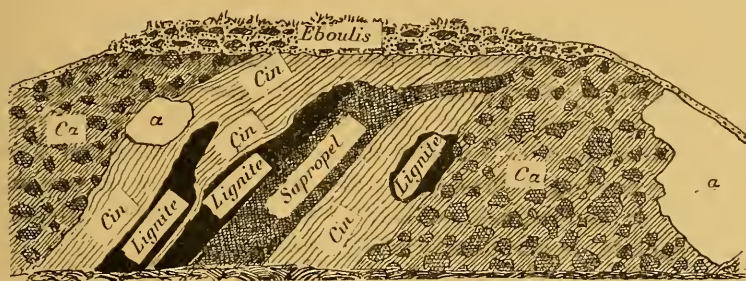


FIG. 5. — COUPE DU GISEMENT DU PONT-DE-GAIL.

Cin, Cinérite; Cz, Conglomérat andésitique; α, Gros blocs d'andésite dans le conglomérat.

Le gisement du Pont-de-Gail est une simple tranchée de 3 m. de haut sur 6 de large. On voit au fond de cette tranchée un lambeau d'argiles sapropéliennes et ligniteuses, noires ou grises, plus ou moins feuilletées, avec amas de pyrites de fer et petites aiguilles de gypse provenant de la réaction du soufre des pyrites sur le carbonate de chaux des coquilles qui mouchettent la roche de leurs taches blanches. Avec ces argiles alternent nettement, en stratification concordante, des lits de cinérites gris clair, dures, à cassures vives, très différentes des projections trachytiques dont on peut voir un spécimen tout à côté, et, par contre, absolument identiques à beaucoup de cinérites andésitiques de la partie moyenne du volcan, et en particulier à celles de Laroque et de la Mougudo. Ce bloc sédimentaire est complètement emballé par un conglomérat à gros fragments d'andésite et plonge à 45° vers le Sud-Ouest. Il s'agit évidemment là d'un ancien fond de rivière ou de marais, où tombaient des pluies de cendres, où s'entassaient des débris organiques, qui a été bouleversé par une avalanche boueuse et dont un lambeau a été entraîné par cette avalanche puis enrobé dans son cône de déjection. On peut se

demander si cet ancien sédiment n'aurait pas appartenu au sol pontien. L'existence, dans sa masse, de cinérites identiques à celles du niveau moyen du volcan est un premier indice négatif. La faune de Mollusques étudiée par M. Dollfus le rattache nettement au Pliocène inférieur.

La masse de conglomérat andésitique qui emballe le sédiment fossilifère et qui est assez différente de la brèche ignée située aux alentours et au même niveau, est peut-être le produit, d'une frane, d'un glissement à flanc de coteau provenant en réalité du gisement cinéritique de Laroque. Il est plus facile de poser la question que de la résoudre, toute cette colline étant recouverte d'un tapis de gazon qui rend les observations presque impossibles.

En résumé, et comme conclusion, la géologie du gisement du Pont-de-Gail se réduit à peu de choses. Ce gisement est constitué par un lambeau de sapropel fossilifère, alternant avec des cinérites andésitiques et emballé dans le cône de déjection d'une avalanche de conglomérat qui l'a arraché à son gisement primitif. Sa faune de Mollusques, confirmant les données de la paléontologie végétale, le place dans le Plaisancien.

MALACOLOGIE DU GISEMENT FOSSILIFÈRE DU PONT-DE-GAIL,
PRÈS DE SAINT-CLÉMENT (CANTAL)

PAR G.-F. Dollfus ¹.

PLANCHE II.

La stratigraphie et les conditions générales du petit gisement du Pont-de-Gail sont traitées dans une notice spéciale de M. P. Marty et il n'est pas nécessaire d'y revenir ici ; je dirai seulement que les coquilles ont été obtenues par le lavage d'une marne ligniteuse assez dure et que jusqu'ici aucune grosse espèce n'a été obtenue ; il est probable, puisque actuellement ce gisement a été plus grandement ouvert pour reconnaître sa valeur industrielle, que nous pourrions obtenir d'autres éléments et je ne manquerai pas de les faire connaître. Comme je l'ai déjà exposé dans diverses notices préliminaires, la petite faune continentale des coquilles rencontrées est extrêmement voisine de celle découverte primitivement à Hauterives (Drôme) et décrite par Michaud, faunule rencontrée depuis dans un assez grand nombre de gisements et qui forme un horizon très caractéristique aux confins du Miocène supérieur et du Pliocène inférieur ; la question ne sera résolue qu'après l'étude des Vertébrés, qui est en cours, par les soins de M. Marty.

HELIX (STROBILUS) LABYRINTHICULA MICHAUD

PL. II, FIG. I.

1855. *Helix labyrinthicula* MICHAUD. Coquilles fossiles d'Hauterives, p. 11, pl. v, fig. 4-5. médiocre.
 1873. — — MICH.-PALADILHE. Marnes pliocènes de Montpellier, p. 7 (Celleneuve).
 1875. *Strobilus labyrinthicula* MICH.-SANDBERGER. Land. u. Susswasser C, p. 725, pl. xxvii, fig. 26, bonne.
 1878. *Helix labyrinthicula* MICH.-LOCARD. Molasse du Lyonnais, p. 215.
 1883. — — MICH.-LOCARD. Recherches paléont. couches à Milne-Edwardsia, p. 69.
 1884. — — MICH.-CLESSIN. Conchyl. ober Mioc. von Undorf, p. 82.

Testa fossili, subtrochiformi, perforata, anfractibus quinis aut senis, oblique longitudinaliter striatulis, ultimo subtus convexiusculo et laevigato, ad peripheriam obtusissime carinato. Sutura

1. Note présentée à la séance du 19 avril 1920. — Manuscrit déposé le 14 août.

satis profunda, apertura coarctata, semilunari, subdepressa angulata ; peristomate crasso, reflexo, marginato ; columella bilamellata, lamella exteriora majore (MICHAUD).

Diam., 2 à 2 1/2 mm. ; haut., 2 mm.

Pont-de-Gail, commune de Saint-Clément.

Charmante espèce qui appartient à un groupe d'*Helix* comme *H. labyrinthica* SAY. qui habite actuellement l'Amérique du Nord et le Nord de la Chine. Le *Strobilus planus* CLESSIN est une coquille du Miocène très rapprochée. Peut-être il faut y joindre *H. Duvali* MICH., 1862 (*in Journ. Conch.*) dont l'ouverture est plus fortement dentée.

ZONITES (*HYALINIA*) *NITENS* MICHAUD

PL. II, FIG. 2.

1788. *Helix nitens* GMELIN (*pars*). Syst. nat., XIII, p. 3633.
 1831. — — MICHAUD. Complément à Draparnaud, p. 44, pl. xv, fig. 1-3.
 1849. — — GMEIN. — DUPUY. Moll. de France, p. 234, pl. xi, fig. 2.
 1855. — — MULLER. — MOQUIN. Hist. nat. Moll. France, p. 84, pl. ix, fig. 15-16.
 1862. — — MULLER. — MICHAUD. Coq. d'Hauterives. *Journ. Conch.*, p. 9, n° 14.
 1898. *Zonites Falsani* LOCARD. Molasse du Lyonnais, p. 210, pl. xix, fig. 32-34.
 1909. *Hyalinia nitens* GM. — ALMERA. Terrenos pliocenicos de Barcelona, p. 200.
 1941. — — MICHAUD. — GERMAIN. Moll. terr. et fluv. Rhône, p. 3, pl. II, fig. 49-54, pl. III, fig. 76-84.

Coquille subdéprimée, un peu convexe, subtectiforme en dessus, spire composée de 5 à 6 tours convexes à croissance rapide, dernier tour grand, subcomprimé, aussi convexe en dessus qu'en dessous, sutures bien marquées, ombilic assez large, profond, laissant voir une partie du dernier tour, ouverture oblique, semi-elliptique à bords éloignés mais convergents, péristome simple et tranchant (GERMAIN).

Pont-de-Gail, commune de Saint-Clément.

Diam., 6 à 8 mm. ; haut., 3 à 4 mm.

Coquille très polymorphe, très répandue dans le Quaternaire et la faune vivante, citée aux États-Unis. Nous suivons Germain pour sa nomenclature, il n'y a aucune *Helix nitens* dans Muller mais bien *H. nitida* qui est devenue une partie de *H. nitens* de Gmelin ; l'espèce au fond n'a été bien délimitée que par Michaud en 1834 et en toute rigueur elle aurait dû changer de nom ; nous n'avons pas cru utile de le faire, pas plus que M. Germain. Aussi cette forme n'a pas toujours été bien comprise, ce n'est pas

Helix cristallina indiquée par Michaud d'Hauterives et figurée par Sandberger, car l'ombilic de cette espèce est beaucoup plus petit. Les figures de Moquin lui conviennent parfaitement et les variations portent sur la largeur et la dépression de l'ombilic. Ce n'est pas *H. subnitens* de Bourguignat et Mabile du Quaternaire de Paris d'après une comparaison en nature, ce n'est pas l'espèce désignée sous le même nom par Klein dans les couches à *H. sylvana* de Morsingén, mais *H. Reussi* SCHLOSSER de Mödling (1907) en est extrêmement voisine, enfin *H. Chantrei* LOCARD a une spire un peu plus plate.

VERTIGO (*LEUCOCHILA*) DUPUYI MICHAUD

PL. II, FIG. 3.

1855. *Vertigo Dupuyi* MICHAUD. Fossiles d'Hauterives, p. 14, pl. v, fig. 12-13 (médiocre).
 1873. — — MICH. — PALADIEHE. Coq. fossiles marnes de Montpellier, p. 15.
 1875. *Pupa* — MICH. — SANDBERGER. Land. u. Sussw., p. 722, pl. xxvii, fig. 23.
 1878. *Vertigo* — MICH. — LOCARD. Faune de la Molasse du Lyonnais, p. 222.
 1880. — *Brusinaï* C. DE STEFANI. Moll. contin. plioc. Italia, p. 118, pl. III, fig. 17.
 1901. — *Dupuyi* MICH. — BOISTEL. Miocène du Bugey. *Bull. Soc. Géol.*, I, p. 665, 669.
 1907. *Pupa* — MICH. — SCHLOSSER. Land. u. Suss. Gast. Eichkogel., p. 757, pl. xvii, fig. 12.

Testa fossili, parva, dextrosa, substriata, conico, ovato, perforato, rima umbilicali minima; anfractibus quinis aut senis-convexis; sutura perspicua; apertura coactata, obliqua, subquadrata, columella unilamellata; lamella subrimosa bidenticulata, peristomate simplici, subreflexo, acuto, bidentato et ad umbilicum plicato; apice obtuso (MICHAUD).

Haut., 2 à 2 1/2 mm.; larg., 1 1/2 à 2 mm.

Pont-de-Gail, commune de Saint-Clément.

Cette espèce est voisine du *Pupa Larteti* DUPUY de Sansan que l'on peut considérer comme une espèce ancestrale et voisine aussi de *P. Desmoulinsi* DUPUY de la faune actuelle qui peut être considérée comme une espèce descendante. Elle est connue à Hauterives, à Celleneuve près Montpellier, dans le bassin de Vienne et en Italie, enfin elle est représentée dans l'Amérique du Nord par *Vertigo ovata* SAY.

CARYCHIUM PACHYCHILUS SANDBERGER

PL. II, FIG. 4.

1855. *Carychium minimum* MICHAUD. Coquilles fossiles d'Hauterives, p. 21
(*non* MULLER).
1873. — *tetrodon?* PALADILHE. Coq. foss. plioc. Montpellier, p. 19.
Pl. unique, fig. 28-30.
1875. — *pachychilus* SANDBERGER. Land. u. Sussw., p. 715,
pl. XXVII, fig. 12.
1878. — — SANDB. — LOCARD. Molasse du Lyonnais, p. 241.
1879. — *tetrodon* PALAD. — FONTANNES. Marnes à Linnées de Celle-
neuve, p. 7.
1880. — *conforme* C. DE STEFANI. Moll. contin. plioc. Italia,
p. 114, pl. III, fig. 12.

Testa ovato-elongata, apice obtusula, basi late rimata. Anfractus quique convexi, ad suturas tenues paulo depressi, sub lente forti subtiliter et confertim striati, ultimus ad aperturam late impressus circiter $2/5$ omnis altitudinis æquantè. Apertura verticalis, extus breviter expansis, dextus intus callo forti obtuso, dentiformi, paries dente unico, acuto, columella item unico sed caloso et obtuso insignis (SANDBERGER).

Haut., 1 $1/2$; larg., 3 $3/5$ mm.

Pont-de-Gail, commune de Saint-Clément (Cantal).

L'assimilation avec l'espèce de Paladilhe reste douteuse malgré l'affirmation du texte, car sa figure représente une coquille bien plus haute et plus effilée.

Cette espèce se distingue du *Carychium minimum* de la faune vivante par son bourrelet plus fort au labre et par la présence d'un fort dentelon à la base de la columelle.

Le *C. Nouleti* BOURGUIGNAT de Sansan est un peu plus grand. Locard indique plusieurs localités de l'Ain dans les couches à *Triptychia* et à *Vivipara* du Pliocène inférieur. Aux États-Unis représenté par *Carychium exiguum* SAY.

PLANORBIS MATHERONI TOURNOUER

PL. II, FIG. 5.

1855. *Planorbis Prevostinus* MICHAUD (*non* BRONGNIART). Coq. foss. d'Hauterives, p. 25.
1874. — *Matheroni* FISCHER et TOURNOUER. Anim. fossiles Mont Léberon, p. 156, pl. XXI, fig. 3-5.
1880. — *Peruzzi* C. DE STEFANI. Moll. contin. Italia, p. 108, pl. II,
fig. 9.
1893. — *umbilicatus* DEPÉRET et DELAFOND (*non* MULLER). Terr. tert. de la Bresse, p. 75, pl. XII, fig. 14-15.

1900. *Planorbis Prevostinus Matheroni* F. et T. DEPÉRET et SAYN. Faune fluvioterrestre de Cucuron, p. 14, pl. I, fig. 19-25.
 1901. — *umbilicatus* BOISTEL (*non* MULLER). Miocène du Bugey. *Bull. Soc. Géol.*, I, p. 660, 669.
 1907. — *Matheroni* F. et T. SCHLOSSER. Land. u. Suss. Eichkogel, p. 770, pl. XVII, fig. 29-30.
 1907. — — F. et T. ROMAN. Néogène continental du Tage, p. 21, pl. I, fig. 22.

Testa parva, planulata, supraconvexiuscula, subtus latissime umbilicata, subconcaeva, tenuissima oblique striatula; anfractibus 6 paulatim accressentibus, ultimo obliquato, infra subcarinato, subplano; apertura obliqua, deflexa, lunulata, peristomate simplici, acuto (TOURNOUER).

Larg., 7 ; épaisseur, 1-2 mm.

Pont-de-Gail, près Saint-Clément et Vic-sur-Cère.

Cette intéressante espèce est voisine de *P. spirorbis* espèce vivante, mais plus grande et à tours moins ronds ; elle est voisine du *Pl. Roussianus* NOULET de Sansan dont nous avons repris récemment la description ; elle est représentée aux États-Unis par *P. deflexus* SAY. Son extension géographique était déjà grande au Pliocène inférieur, de l'Autriche au Portugal par la vallée du Rhône, ce n'est certainement pas l'espèce de Brongniart des Meulières de Beauce, dont nous avons un grand stock pour comparaison en nature. Son profil est représenté Fig. 1 a, page 43.

PLANORBIS FILOCINCTUS SANDBERGER

Pl. II, FIG. 6.

1855. *Planorbis planulatus* MICHAUD (*non* DESHAYES). Coq. fossiles d'Hautes-terres, p. 24.
 1862. — *nitidus* MICHAUD (*non* MULLER). *Descript. coq. Foss. J. C.*, p. 22.
 1875. — *filocinctus* SANDBERGER. Land. u. Suss., p. 714, pl. XXVII, fig. 19.
 1893. — — SANDB.-DEPÉRET et DELAFOND. Terr. tert. de la Bresse, p. 73, pl. VII, fig. 28-29.
 1900. — — SANDB.-DEPÉRET et SAYN. Faune fluvioterr. de Cucuron, p. 13, pl. I, fig. 7-9.
 1901. *Segmentina* — SANDB.-BOISTEL. Miocène du Bugey. *Bull. Soc. Géol.*, I, p. 660, 676.
 1907. *Planorbis* — SANDB.-SCHLOSSER. Land. u. Sussw. Eichkogel bei Mödling, p. 768, pl. XVII, fig. 13.

Testa fragili arctispira, superne modice, convexa, centro satis immersa, basi fere plana, umbilico angusto, pervio perforata. Anfractus quinque, acutangulares, suturis subtilibus disjunctis, nitidi, sub lente costulis falciformibus paullo distantibus ornati,

ultimus amplissimus ad basim carina distincta cinctus, penultimo circiter octies latior. Apertura obliqua, acuta, triangularis; marginibus simplicibus acutis (SANDBERGER).

Larg., 6 mm. ; épaisseur, 1 mm.

Pont-de-Gail, près Saint-Clément du Cantal.

On peut considérer le *Planorbis Lartetii* NOULET de Sansan comme une forme plus ancienne du Miocène moyen, et le *P. nitidus* MULLER comme une forme descendante actuelle. Le *P. Reussi* HÆRNES est au voisinage. J'hésite à le placer dans le groupe des *Segmentina*, c'est en réalité un sous-genre spécial. Son profil est figuré, Pl. II, Fig. 6 d. Sa découverte dans le Cantal est une grande extension de son étendue géographique connue, je ne vois rien de semblable en Amérique.

PLANORBIS THIOLLIEREI MICHAUD

PL. II, FIG. 7.

1855. *Planorbis Thiollierei* MICHAUD. Coquilles fossiles d'Hauterives, p. 22, pl. 4, fig. 9-11.
 1862. — *affinis* MICHAUD. Descrip. coq. fossiles in *Journ. Conch.*, pl. IV, fig. 13.
 1873. — — MICH. — PALADILHE. Coq. fossiles. Plioc. Montpellier, p. 21.
 1875. — *Thiollierei* MICH. — SANDBERGER. Land. u. Sussw. conchy., p. 711, pl. XXVII, fig. 6.
 1875. — *Heriacensis* FONTANNES. Le vallon de la Fully, pl. 1, fig. 9.
 1879. — *affinis* MICH. — FONTANNES. Marnes de Celleneuve, près Montpellier, p. 9.
 1874. — *praeorneus* FISCHER et TOURNOUER. Anim. foss. du Mont Léberon.
 1883. — *Thiollierei* MICH. — LOCARD. Recherches paléontol., p. 14 et 149.
 1900. — *praeorneus* F. et T. DEPÉRET et SAYN. Miocène de Cucuron, I, fig. 78-82.
 1901. — *Heriacensis* FONT. — BOISTEL. Miocène de la Bresse. *Bull. Soc. Géol.*, I, p. 660, 665, 669.
 1909. — *praeorneus* F. et T. ROMAN. Néogène continental vallée du Tage, p. 19, 28, pl. 1, fig. 19 et fig. 33.

Testa fossili, discoidea, longitudinaliter striata; utrinque late et profunde umbilicata; anfractibus quinis vel quaternis; ad peripheriam rotundatis plus minusve carinatis subcompressis, apertura perobliqua, ovato rotundata, infernè compressa; peristomate simplici, acuto, disjuncto, apice utrinque visibili (MICHAUD).

Diam., 23 à 25 mm. ; épaisseur, 10 à 12.

Pont-de-Gail, près Saint-Clément.

Nos échantillons sont de petite taille et fort épais relativement

à leur diamètre, le test est mince et les tours très embrassants, l'ouverture est grande, transverse, semilunaire, le profil est donné Fig. 1 b. Le nom de *Planorbis præcorneus* de Tournouër était fort bien appliqué, il n'y a pas de doute pour moi que le *P. affinis* de la seconde note de Michaud ne doive se confondre avec le *P. Thiollierei* de la première note. Nous y réunirions le *P. Heriacensis* qui n'en est qu'une variété à caractères moins accusés, moins épais et à tours moins embrassants. La distribution géographique est très grande et il existe en Amérique un *P. ferrugineus* SPIX que déjà Michaud lui a comparé.



FIG. 1. — a, *Planorbis Matheroni*; b, *P. Thiollierei*; c, *P. Mariei*.

PLANORBIS (GYORBIS) MARLÆ MICHAUD

PL. II, FIG. 8.

- | | | |
|-------|-------------------------|--|
| 1862. | <i>Planorbis Mariei</i> | MICHAUD. Coquilles fossiles d'Hauterives. <i>Journ. Conch.</i> , X, p. 80, pl. iv, fig. 14 (méd.). |
| 1875. | — | MICH. — SANDBERGER. Land. u. Suss., p. 713, pl. xxvii, fig. 7. |
| 1878. | — | MICH. — LOCARD. Faune de la Molasse du Lyonnais, p. 238. |
| 1893. | — | MICH. — DEPÉRET et DELAFOND. Terr. tert. de la Bresse, p. 75, pl. vii, fig. 13, pl. ix, fig. 4. |
| 1900. | — | MICH. — DEPÉRET et SAYN. Faune fluvioterrrestre de Cucuron, p. 15, pl. i, fig. 10-11. |
| 1901. | — | MICH. — BOISTEL. Miocène de la Bresse. <i>Bull. Soc. Géol.</i> , I, p. 660. |
| 1907. | — | MICH. — SCHLOSSER. Land. u. Sussw. Eichkogel, p. 709, pl. xvii, fig. 27-28. |
| 1907. | — | MICH. — ROMAN. Plioc. continent. vallée du Tage, p. 20, pl. i, fig. 21. |

Testa discoidea, compressa, utrinque subplana, nitida, anfractibus senis, coarctatis, sensim crescentibus, ultimo inferne ad

peripheriam subcarinato, sutura profunda, apertura rotundata, peristomate simplici acuto (MICHAUD).

Diam., 5 mm. ; épaisseur, 1/2 mm.

Pont-de-Gail.

Coquille très intéressante dont les deux faces sont semblables, les tours plats, subégaux, sans élargissement mais se développant avec la croissance. Tours carrés subanguleux, profil donné Fig. 1c. Nous ne voyons pas dans la faune vivante ou fossile rien de directement comparable et la découverte dans le Cantal est une étape importante entre la vallée du Rhône et le Portugal.

LIMNEA BOUILLETI MICHAUD

PL. II, FIG. 9.

1855. *Limnea Bouilleti* MICHAUD. Coquilles fossiles d'Hauterives, p. 21, pl. iv, fig. 7-8.
1875. — — MICH. — SANDBERGER. Land. u. Sussw., p. 715, pl. xxvii, fig. 11.
1875. — — MICH. — FONTANNES. Le vallon de la Fuly, p. 47, pl. 1, fig. 8, avec la variété *Heriacensis* d'Heyrieu.
1879. — *Rouvillei* FONTANNES. Les Marnes à Linnées de Celleneuve, p. 11.
1879. — — FONTANNES. Description d'espèces nouvelles, p. 32, pl. II, fig. 2.
1883. — *Bouilleti* MICH. — LOCARD. Recherches paleont. sur les couches à Vivipara, p. 12, 76, 110.
1900. — *Heriacensis* FONT. — DÉPÉRET et SAYN. Faune fluvio-terrestre de Cucuron, p. 4, pl. 1, fig. 34-37.
1901. — *Heriacensis* FONT. — BOISTEL. Miocène du Bugey. *Bull. Soc. Géol.*, I, p. 660, 676.
1907. — *Bouilleti* MICH. — SCHLOSSER. Land. u. Suss. Eichkogel, p. 772, pl. xvii, fig. 31-32.
1907. — *Heriacensis* FONT. — ROMAN. Néog. cont. vallée du Tage, p. 18, p. 27, pl. 1, fig. 16-17, 30-31.

Testa fossili, elongata, turrata, acutissima, longitudinaliter striata; anfractibus octonis, convexis, ultimo maximo, spira peracuta; sutura profunde obliqua; apertura ovata elongata, superne angulata, subrecta, plica columellari minima (MICHAUD).

Long., 38 mm. ; larg., 12 mm., ordinairement beaucoup moins.

Pont-de-Gail.

Coquille de petite taille, très bien caractérisée par sa spire pointue, ses sutures très obliques, son ouverture longue et étroite. La variété *Gaudryana* FONTANNES a été fondée sur des exemplaires un peu moins effilés et à dernier tour plus ample, et les commentaires de MM. Dépéret et Sayn sont à retenir.

Le *Limnea Heriacensis* a été établi sur des exemplaires beau-

coup plus petits que le type de Michaud et le *L. Rouvillei* n'a été fondé, pensons-nous, que parce que le niveau stratigraphique était jugé différent. C'est de très loin qu'une comparaison peut être établie avec *L. trigosa* et *L. pseudopyramidalis* du bassin de Paris qui constituent la section *Leptolimnea* du Sandberger. En réalité l'espèce s'isole très bien. L'extension est grande et il faut noter que le travail de Schlosser bien que portant la même date, 1907, que celui de M. Roman lui est en réalité postérieur, puisqu'il a profité des observations du paléontologue lyonnais.

LIMNEA SUBTRUNCATULA CLESSIN

PL. II, FIG. 10.

1862. *Limnea truncatula* MICHAUD (*non* MULLER). Coq. d'Hauterives, t. C, p. 23.
 1884. — *subtruncatula* CLESSIN. Die Conchyl. der Obermioc. ablag. von Undorf. II, p. 89.
 1911. — *Gaillardi* GERMAIN. Moll. terr. et fluv. quat. Bassin du Rhône, p. 139.

Testa solidula ovato-conica, rimata, anfractus 6 convexis, sutura profunda separati, striis tenuibus irregulariter ornati; ultimus 2/5 omnis, altitudinis aequans, apertura ovata, marginibus acutis, columellari late subreflexa, columella vix plicata (CLESSIN).

Haut., 7 mm. ; larg., 3,5 mm.

Clessin nous dit que cette espèce lui avait été suggérée par Sandberger dans sa correspondance, et on trouvera une discussion très intéressante sur la nomenclature de cette forme dans le travail de Germain. Elle est en effet voisine de *L. truncatula* à laquelle Michaud l'avait comparée, mais cette *L. truncatula* vivante varie dans des conditions très étendues et les diverses figures de Moquin (pl. 34, fig. 21-24) sont très différentes, comme d'ailleurs celles de Dupuy et de Draparnaud, où elle figure sous le nom de *L. minuta* (pl. III, fig. 5-7). Elle est bien moins ventrue que *L. druentica* ou *L. cucuronensis* FONT., elle est représentée en Amérique par *L. desidiosa* SAY.

BITHINELLA ABBREVIATA MICHAUD

PL. II, FIG. 11.

1831. *Paludina abbreviata* MICHAUD. Complément à Draparnaud, p. 98, pl. xv, fig. 52-53.
 1835. *Bithinia* — MICH. MOQUIN-TANDON. Hist. nat. Moll. France, p. 519, pl. 38, fig. 37-38.
 1865. *Paludina* — MICH. — FRAUNFELD. Verzeich. der Namengattung. Paludina, p. 2.

Espèce critique car les figures des auteurs ne concordent pas; celle de Michaud est tout à fait médiocre, celle de Sturm est bien plus ample et naticoïde; si nous nous en rapportions à Dupuy notre espèce ne serait qu'une variété du *P. viridis*, mais la figure de Moquin est bonne et nous la gardons comme typique. Je ne relève aucune relation fossile et je me demande si l'unique échantillon que nous avons découvert, et que nous figurons, est réellement fossile, car l'espèce peut habiter les petits ruisseaux du Cantal et avoir été mêlée à nos fossiles par les lavages. Ce n'est pas l'*Hydrobia abbreviata* GRATELOUP qui est un *Rissoa*, ce n'est pas *Bithinia abbreviata* REEVE qui est un *Vivipara*, et un complément de renseignements est nécessaire; le groupe cependant est ancien et il ne faut pas oublier *Bithinia Leberonensis* DEP. et SAYN., var. (pl. 1, fig. 57) qui est cependant bien différent.

LIMAX MARTYI G. DOLLFUS *n. sp.*

PL. II, FIG. 12.

1918. *Limax Martyi* G. DOLLFUS, *Comptes Rendus Acad. Sciences*, t. 169, p. 534 (*nomen*) (plusieurs échantillons).

Coquille formée d'une lamelle cornée, dure, mais mince, un peu épaissie au centre, de couleur jaunâtre, qui était enchâssée dans les téguments. Forme ovalaire allongée, région centrale et arrière un peu élevée. Cette plaquette est ornée de lamelles concentriques, nombreuses et de quelques rayons affaiblis partant du sommet situé du côté postérieur. Le contour régulier est faiblement échancré et cette échancrure n'atteint pas le sommet embryonnaire comme dans les *Sansannia*. Ce petit sommet bien excentrique montre sous un fort grossissement une surface très nettement chagrinée, qui s'efface à la périphérie. L'espèce vivante la plus voisine est le *Limax variegatus* DRAPARNAUD, très bien figurée par Moquin (II, p. 25, pl. III, fig. 3-9) et l'image donnée par Brard en 1815 est encore parfaitement valable. Ce n'est pas du tout *L. agrestis* L. signalé dans le Pliocène par Sandberger. Ce genre est du reste mal connu à l'état fossile, Michaud a signalé un *Limax* à Hautrive sans précision; Hynemann, Clessin en ont signalé dans le Miocène de l'Allemagne, mais leurs figures sont détestables et n'ont aucun rapport avec notre espèce. Aux États-Unis nous pouvons rappeler comme voisine *Limax flavus* L.

EXPLICATION DE LA PLANCHE II

Toutes ces coquilles sont grossies 10 fois.

- FIG. 1. — **Helix (Strobilus) labyrinthicus** MICH.
2. — **Zonites (Hyalinia) nitens** MULLER *sp.* (*Helix*).
3. — **Vertigo (Leucochila) Dupuyi** MICHAUD.
4. — **Carychium pachytilus** SANDBG.
5. — **Planorbis Matheroni** F. et T.
6. — **Planorbis filocinctus** SANDBG.
7. — **Planorbis Thiollierei** MICH.
8. — **Planorbis (Gyrorbis) Mariæ** MICH.
9. — **Limnea Bouilleti** MICH.
10. — **Limnea subtruncatula** CLESSIN.
11. — **Bithinella abbreviata** MICH.
12. — **Limax Martyi** G. DOLLFUS.
-

RECHERCHES SUR QUELQUES GRAINES PLIOCÈNES DU PONT-DE-GAIL (CANTAL)

PAR M^{me} **El. E. Reid** ¹.

TRADUCTION DE **P. Marty**.

PLANCHES III ET IV.

Lorsque j'ai entrepris d'écrire le présent chapitre de mes études générales sur les graines du Pliocène, rien ne me permettait de prévoir quelles en seraient les conclusions. En présence des découvertes du gisement du Pont-de-Gail, je dois reviser ce que mon mari et moi avons publié en 1915 touchant l'âge des flores de Reuver et de Bidart (Basses-Pyrénées) ².

Dans l'élaboration de cette nouvelle flore du Cantal, j'ai bénéficié du précieux concours de M. P. Marty qui a obligeamment mis à mon service sa profonde connaissance des plantes fossiles de la Haute-Auvergne et des travaux qui leur ont été consacrés. Je lui dois la liste complète des espèces plaisanciennes et pontiennes de cette région, accompagnée de toutes les références bibliographiques que j'ai pu désirer.

La plus grande partie du travail de comparaison des fossiles du Pont-de-Gail avec les espèces actuelles a été faite à Kew, ou d'après des matériaux fournis par cet établissement scientifique, dont je tiens à remercier le Directeur et les Assistants, pour l'aide constante qu'ils m'ont fournie en me donnant ou en me communiquant les spécimens nécessaires aux coupes, aux rapprochements et aux photographies.

J'ai exécuté ces dernières avec Miss D. Minn, dont la collaboration m'a été assurée par une subvention de la *Royal Society*, et avec l'appui de M. Pierre Marty, lui-même subventionné par la *Société géologique de France* pour l'exécution de l'ensemble du travail.

Les recherches faites par nous, de 1906 à 1914, sur les dépôts pliocènes à graines fossiles, l'ont été surtout au moyen des matériaux recueillis dans de nombreuses localités, de la frontière prusso-hollandaise, de Raevens en Belgique, et grâce aux récoltes de M. Jules Welsch à Bidart, près de Biarritz.

Les couches à graines de la frontière prusso-hollandaise appartiennent à deux horizons, un horizon plus récent, nommé par nous Téglien, classé par ses Mammifères au Pliocène supérieur,

1. Note présentée à la séance du 15 mars 1920 (*C. R. somm.*, 1920, p. 49).

2. The Pliocene Floras of the Deutch-Prussian Border, p. 8-9.

en synchronisme probable avec le Norwich Crag, et un horizon plus ancien, le Reuvérien, non daté par des fossiles animaux, mais que, par comparaison de sa flore avec celle du Téglien, nous avons cru pouvoir rapporter au sommet du Pliocène moyen.

Les conclusions du présent mémoire m'inclinent à penser que le Reuvérien est plus vieux et qu'il date probablement du Pliocène inférieur.

Le gisement de Bidart, conformément aux données, très claires, de sa flore, a été parallélisé par nous avec le Reuvérien.

Pendant la même période, nous avons fait une révision de quelques dépôts à grains du sommet de l'Oligocène de Bovey-Tracey, dans le Devonshire, dépôts étudiés d'abord par Heer, en 1863.

Il résulte de ce qui précède que nos recherches sur les gisements tertiaires à graines, d'âge fixé par d'autres fossiles que les plantes, se bornent à l'Oligocène supérieur et au Pliocène récent.

Aussi m'a-t-il paru d'un haut intérêt de pouvoir étudier une flore cantalienne du début du Pliocène. La localité qui a livré cette flore est le Pont-de-Gail, commune de Saint-Clément (Cantal).

La flore en question présente, en effet, un double intérêt puisque, outre ce que nous apprennent ses éléments intrinsèques, elle fournit une base de comparaison et de synchronisme pour celles des autres flores à graines ci-dessus mentionnées dont l'âge nous était jusqu'ici inconnu, l'horizon exact du Pont-de-Gail ayant été nettement fixé par M. Dollfus, qui a montré que sa faune de Mollusques appartient au Pliocène inférieur¹.

Les travaux classiques de Saporta et de Rames ont depuis longtemps révélé la richesse de la flore fossile du Cantal. Depuis lors, plusieurs naturalistes, en particulier M. Boule pour la géologie, MM. Laurent et Marty pour la paléobotanique, ont largement développé ces premiers résultats en découvrant des gisements nouveaux, en distinguant différents horizons dans des gisements d'abord tenus pour contemporains les uns des autres, en ajoutant de nombreuses espèces à celles qui furent décrites par Saporta.

On ne peut rationnellement comparer entre eux que des objets de même nature, des fleurs à des fleurs, des feuilles à des feuilles, des graines à des graines. A de très rares exceptions près, les déterminations de Saporta et de MM. Laurent et Marty, sont toutes basées sur des feuilles, comme c'est d'ailleurs le cas

1. G.-F. DOLLFUS et P. MARTY. Découverte d'un gisement fossilifère dans le Cantal. *C. R. Ac. Sc.*, t. 167, p. 534, 1918.

pour la plupart des spécifications paléobotaniques portant sur la dernière partie de l'ère tertiaire.

La flore du Pont-de-Gail est entièrement basée sur l'étude des graines fossiles de ce gisement. Je ne puis, en conséquence, utiliser les recherches de mes prédécesseurs autrement que pour des rapprochements génériques. Si je rapproche mes fossiles de ceux que nous avons extraits de gisements assez éloignés de celui du Pont-de-Gail dans le temps et dans l'espace, cela tient à ce qu'on ne peut comparer des graines qu'à des graines, et que c'est dans ces gisements lointains qu'ont été découvertes les plus abondantes flores de graines aujourd'hui déterminées.

La majeure partie des graines du Pont-de-Gail a été récoltée par M. P. Marty qui, après avoir desséché des morceaux de l'argile de ce gisement, puis les avoir plongés dans un récipient rempli d'eau, a mis en œuvre un dispositif de centrifugation fort simple, grâce auquel il a pu séparer les graines de leur gangue.

C'est ainsi qu'ont été obtenues les plus volumineuses d'entre elles. J'en ai retiré moi-même un certain nombre d'un très petit fragment d'argile que m'a envoyé M. Marty. J'ai employé ici mon procédé opératoire habituel, qui consiste à faire bouillir le sédiment avec du carbonate de soude du commerce, puis à le passer à travers une série de tamis à mailles graduées, de façon à désagréger et à enlever l'argile par des lavages successifs et à obtenir un triage, par grosseur de leurs éléments, de la matière charbonneuse, du sable, des coquilles, des graines, etc., qui permette l'examen de ces reliquats.

La somme totale des espèces recueillies par M. Marty et par moi-même est de 48. J'ai pu suggérer la place taxinomique de 37 d'entre elles et en déterminer environ 17 avec un haut degré de probabilité.

Ces graines sont, pour la plupart, bien conservées, à peine déformées et relativement peu chargées en pyrites.

Le dépôt s'est formé sous l'eau, comme c'est généralement le cas pour ce genre de gisements fossilifères. On y constate une grande prépondérance des graines aquatiques.

Les espèces les plus abondantes sont : *Stratiotes tuberculatus* n. sp. et *Sparganium ovale* n. sp. La plus fréquente de toutes est *Diclidocarya gibbosa*. Bien qu'elle appartienne à un genre inconnu, cette espèce semble, elle aussi, être une plante aquatique. C'est du moins ce qui ressort de la structure de la graine — ce mot étant pris ici dans son sens usuel — laquelle graine montre un groupe de cellules aérifères ayant apparemment servi de flotteur, ainsi que du fait que le genre — sinon l'espèce —

a été déjà trouvé dans le Pliocène hollandais et diverses localités dont les dépôts ont surtout fourni des plantes vivantes dans l'eau. Ces trois espèces sont très abondantes au Pont-de-Gail. Les autres formes aquatiques ou subaquatiques sont quatre espèces de *Potamogeton*, dont une seule, il est vrai, est représentée par plus d'un exemplaire, un *Ranunculus* de la section *Batrachium* (2 spécimens), *Myriophyllum cylindricum* n. sp. (5 spécimens) *Lycopus pliocenicus* n. sp. (une nucule, ou, peut-être, 5) et une espèce d'*Oenanthe*.

Les formes terrestres ne se montrent guère que par individus isolés, quoique certaines espèces soient représentées par deux ou trois exemplaires.

Il ressort de l'examen global de ces restes que le sédiment qui les renferme a dû se déposer en eau calme, dans une rivière au cours lent, au lit vaseux de laquelle pouvaient s'enraciner les plantes aquatiques et où tombaient, où étaient transportées, les graines des espèces croissant sur les rives et dans leur voisinage.

Parmi celles-ci, nous trouvons des arbres et des buissons, *Symplocos*, *Carpinus*, *Sambucus* et *Solanum*, de nombreuses lianes, *Menispermum*, *Vitis* et *Trichosanthes* ainsi qu'*Epipremnum* (probablement une plante grimpante) et nombre de formes herbacées, *Polygonum*, *Fagopyrum*, *Polanisia*, *Lithospermum*, *Veronica*, une Labiée et deux espèces de Primulacées.

Dans l'examen de ses rapports avec la flore actuelle, je propose de ramener la flore du Pont-de-Gail aux 17 formes susmentionnées, les seules qui présentent des caractères bien distincts et sur lesquelles nous sachions quelque chose de précis. En voici la liste exacte :

<i>Sparganium ovale</i> n. sp.	<i>Vitis lanata</i> ROXB.
<i>Stratiotes tuberculatus</i> n. sp.	<i>Myriophyllum cylindricum</i> n. sp.
<i>Epipremnum crassum</i> REID.	<i>Symplocos jugata</i> n. sp.
<i>Carpinus</i> sp.	<i>S. urceolata</i> n. sp.
<i>Polygonum convolvulus</i> LINN.	<i>S. microcarpa</i> n. sp.
<i>Fagopyrum pliocenicum</i> n. sp.	<i>Lycopus antiquus</i> n. sp.
<i>Ranunculus gailensis</i> n. sp.	<i>Sambucus pulchella</i> REID.
<i>Menispermum cantalense</i> n. sp.	<i>Trichosanthes fragilis</i> n. sp.
<i>Polanisia rugosa</i> n. sp.	

A parcourir cette liste, la première constatation qui nous frappe est de n'y trouver que deux espèces actuellement vivantes. L'une d'elles, *Polygonum convolvulus*, habite la région tempérée nord de l'Ancien Monde et est considérée en France comme une herbe nuisible aux moissons. L'autre, *Vitis lanata*, habite l'Est et l'Ouest de l'Himalaya, où elle se montre d'affinités montagnardes.

Dix-sept espèces, ce nombre est faible pour autoriser des généralisations. On peut néanmoins les regarder comme un résumé de la composition de la flore du Pont-de-Gail, où, il est vrai, se trouvent peut-être exagérés les rapports avec les formes de l'Europe occidentale, le fait tenant à ce que ces formes me sont les plus familières, celles dont je possède les plus amples collections et qu'ainsi je suis le mieux à même de déterminer. Prenant le fait tel quel, nous constatons que près de 90 0/0 des éléments de cette flore sont spécifiquement éteints et que 94 0/0 se rattachent à des espèces émigrées. Il est intéressant de noter qu'un examen de la flore de Reuver, poursuivi au même point de vue, donne 88 0/0 de formes actuellement exotiques. Le nombre d'espèces du gisement hollandais sur lequel porte cet examen est de 133.

Si maintenant nous recherchons la distribution des espèces actuelles qui se rapprochent le plus des 17 espèces du Pont-de-Gail, nous constatons ce qui suit :

Sparganium ovale confine de très près à *S. ramosum*, plante largement répandue dans l'Ancien Monde.

Stratiotes tuberculatus appartient à un genre monotype, la seule espèce vivante étant le *S. aloides* d'Europe et de Sibérie.

Epipremnum crassum dépend d'un genre d'Aracées principalement tropical, avec grande extension en Malaisie, mais dont une espèce, *E. pinnatum*, s'étend au Nord jusque dans les régions tempérées de la Chine.

Carpinus sp. est allié à *C. Betulus*, qui croît à travers toute l'Europe tempérée, spécialement du Centre, pour, de là, atteindre l'Est de la Perse et l'Himalaya occidental.

Polygonum convolvulus, nous le savons, est originaire des régions tempérées nord de l'Ancien Monde.

Fagopyrum pliocenicum touche de près à l'actuel *F. esculentum* des montagnes de la Chine et de l'Asie centrale.

Ranunculus gailensis, quoique appartenant à la section des *Batrachium*, s'éloigne trop de toutes les espèces vivantes pour permettre un rapprochement utile. Le terme de comparaison le plus voisin que je sache est un fossile récemment découvert dans le Pliocène de Castle Eden (Durham).

Menispermum cantalense se rattache à un genre qui ne compte plus que quatre espèces vivantes, une de l'Asie centrale et de la Chine, une de ce dernier pays et du Japon, une de Birmanie et une de l'Amérique du Nord. Le fossile est particulièrement voisin des deux formes chinoises.

Polanisia rugosa est une Capparidacée dont le genre est largement répandu, souvent commé plante de montagne, à travers

l'Inde, l'Indo-Chine et la Malaisie, ainsi qu'en Amérique, du Canada au Brésil et au Vénézuéla, avec formes représentatives dans l'Afrique tropicale et australe.

Vitis lanata est une espèce actuelle, habitant l'Himalaya oriental et occidental ainsi que l'Assam, où elle s'élève à 1 200 ou 1 500 m. Le genre *Vitis* montre de beaucoup son plus large développement dans l'Himalaya, la Chine et l'Amérique du Nord, spécialement dans ce dernier pays. Une espèce, *V. orientalis*, se rencontre dans l'Europe méridionale et le Caucase; une autre, *V. vinifera*, la Vigne à raisin, pousse aussi à l'état sauvage dans le Caucase. Mais le fossile du Pont-de-Gail n'est allié de près à aucune de ces deux espèces.

Myriophyllum cylindricum confine de très près à *M. alternifolium*, espèce qui s'étend à travers l'Europe, le Nord de l'Asie, de l'Amérique et de l'Afrique.

Symplocos, dont nous avons trois espèces, est un genre d'arbres qui habite les montagnes des régions tropicales et subtropicales de l'Asie orientale et de l'Amérique; certaines de ses formes remontant au Nord jusqu'au Japon, en Chine et aux États-Unis.

Lycopus antiquus ne s'allie très étroitement à aucune espèce vivante; mais il est bon de noter que, par ses principaux caractères, il est plus voisin des types japonais et américains que d'aucune forme européenne.

Sambucus pulchella est une espèce trouvée pour la première fois dans le Reuvérien. Ses plus proches alliés sont certaines formes à petites graines, de la Chine, de la Malaisie et de l'Amérique du Nord.

Trichosanthes fragilis, enfin, appartient à un genre de Cucurbitacées qui s'étend depuis la Chine et le Japon jusqu'en Malaisie et en Australie.

Dans le tableau suivant, quand une espèce actuelle, prise comme terme de comparaison et étroitement alliée au fossile, est connue, la distribution géographique de cette espèce est indiquée. De même pour le genre, si seul le genre est connu.

TABLEAU MONTRANT LA DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE
DES FORMES VIVANTES LES PLUS VOISINES DES DIX-SEPT ESPÈCES DU PONT-DE-GAIL

ESPÈCES DU PONT-DE-GAIL	DISTRIBUTION ACTUELLE DES FORMES LES PLUS VOISINES										FORMES VIVANTES LES PLUS VOISINES	
	Europe	Asie du Nord	Himalaya	Japon et Chine	Indo-Chine et Malaisie	Amerique du Nord	Amerique du Sud	Afrique du Nord	Afrique tropicale et du Sud			
<i>Sparganium ovale</i> , n. sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Stratiotes tuberculatus</i> , n. sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Epipremnum crassum</i> REID.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Carpinus</i> , sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Polygonum convolutus</i> LINN.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Fagopyrum plicenicum</i> , n. sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Ranunculus (Batrachium) galensis</i> , n. sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Menispermum cantalense</i> , n. sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Polanisia rugosa</i> , n. sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Vitis lanata</i> ROXB.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Myriophyllum cylindricum</i> , n. sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Symplocos jugata</i> , n. sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
— <i>urceolata</i> , n. sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
— <i>microcarpa</i> , n. sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Lycopus antiquus</i> , n. sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Sambucus pulchella</i> REID.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Trichosanthes fragilis</i> , n. sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	6	6	3	12	8	10	4	3	4	—		

S. ramosum.

S. aloides.

E. pinatum.

C. Betulus.

F. esculentum.

R. sect. Batrachium.

M. dahuricum et *M. diversifolium*.

Genre *Polanisia*.

M. alternifolium.

Genre *Symplocos*.

Formes japonaises du *L. europæus* et

espèces américaines du genre.

S. chinensis, *S. javanica*, *S. canadense*,

S. glauca.

Genre *Trichosanthes*.

Le tableau ci-dessus montre clairement que les plus étroites affinités des 17 espèces du Pont-de-Gail sont celles qui les rattachent à la flore actuelle de la Chine, du Japon et de l'Amérique septentrionale, les formes qui les relient à la flore de la Malaisie, de l'Europe, du Nord de l'Asie et de l'Afrique étant moins nombreuses.

Cette constatation confirme celles que nous avons faites sur une plus grande échelle à propos des flores pliocènes de la Hollande et, je puis l'ajouter, à propos de la flore pliocène de Castle Eden, dont je viens de terminer l'étude.

La plus importante de ces quatre flores est celle de Reuver, avec près de 300 espèces, suivie par celle de Tegel, que suivent elles-mêmes celles de Castle Eden et du Pont-de-Gail.

Si nous passons en revue les 133 espèces de Reuver mentionnées plus haut, nous constatons que 54 0/0 d'entre elles sont surtout alliées à des plantes extraeuropéennes, mais dont le principal habitat, ou même l'habitat exclusif, se trouve aujourd'hui dans l'Asie orientale, de la Chine et du Japon à la Malaisie, ainsi que dans l'Amérique du Nord.

En appliquant ce genre de comparaison à la flore du Pont-de-Gail, on trouve que 11 sur 17 de ses espèces, soit 64 0/0, indiquent la même distribution géographique. Ici même, le pourcentage des formes exotiques, c'est-à-dire de celles qui sont aujourd'hui extraeuropéennes, l'emporte un peu sur le chiffre obtenu à Reuver.

Nous avons discuté à fond le sens de ces affinités avec les flores est-asiatiques et nord-américaines dans le chapitre intitulé « La Flore de Reuver » de nos *Flores pliocènes de la frontière prusso-hollandaise* (p. 15-26). La question est si importante et s'applique si bien à la petite flore du Pont-de-Gail, où elle trouve une nouvelle confirmation, qu'il paraît à propos de résumer brièvement ici les résultats auxquels nous a conduits le travail précité.

Il y a longtemps déjà qu'Asa Grey, après avoir comparé entre elles les flores de la Chine et de l'Amérique du Nord, surtout en ce qui touche les États orientaux de ce dernier pays, a émis l'idée que lesdites flores représentent les deux diverticules d'un large courant d'émigration issu des régions polaires. Son travail a, depuis, été développé par le professeur Sargent et par M. E. H. Wilson, dans leurs études sur les arbres de l'Amérique septentrionale et sur la flore chinoise.

D'autre part, nous avons constaté que les flores pliocènes de Hollande révèlent l'existence d'un troisième courant de migration, lequel, à la différence des deux autres, a été mis, par sa rencontre

avec les obstacles transcontinentaux placés en travers de sa route, dans l'impossibilité de poursuivre celle-ci vers les régions tempérées, chaudes ou tropicales. Par suite de quoi ledit courant est venu, vague sur vague, butter et mourir contre ces obstacles, son existence n'étant plus décelée aujourd'hui que par les fossiles qu'il a laissés comme derniers témoins.

Nous avons suggéré que la survivance de la flore tertiaire dans l'Asie orientale et l'Amérique du Nord tient à deux causes, l'une principale, l'autre secondaire.

La première est l'absence de toute barrière montagneuse et continue s'étendant de l'Est à l'Ouest en travers de la plaine littorale de la Chine et du continent nord-américain. Grâce à cette circonstance, les espèces végétales ont pu progresser aussi loin vers le Sud que les y obligea le refroidissement climatérique et progressif du Pliocène.

La seconde est l'existence, en bordure de ces plaines côtières, de massifs altitudinaux qui ont permis aux espèces, sans entraver leur marche, de résister aux fluctuations thermiques, relativement rapides, des périodes glaciaires et interglaciaires, par un jeu alternatif de montée ou de descente le long de leurs flancs, les montagnes offrant, sur une faible distance verticale, des stations qui répondent à de grandes différences de climat, si bien que les plantes dont elles sont peuplées peuvent, en s'y déplaçant selon leurs aptitudes biologiques, résister aux causes de destruction qu'impliquent les changements de température.

Cette hypothèse rend compte d'un certain nombre de faits curieux : la grande richesse actuelle des flores est-chinoise et nord-américaine, alimentées qu'elles furent par des flots successifs de migration polaire ; l'indigence de la flore de l'Europe centrale, où ces apports ont été anéantis en buttant contre le barrage alpin, de sorte que la région a dû être en partie repeuplée par des infiltrations venues à travers cette barrière méridionale ; la pauvreté de la flore de la plaine centrale de la Chine, où a dû vraisemblablement se produire une intense destruction d'espèces au cours des variations de climat du Pléistocène ; mais, plus particulièrement ce fait remarquable que tant de plantes immigrées sont aujourd'hui des espèces montagnardes, quelle que soit la région de l'Hémisphère nord où l'on constate leur présence. Car, il ne faut pas l'oublier, nous sommes actuellement dans une période chaude, faisant suite à une période froide, de sorte que la température de la plaine est devenue trop élevée pour les plantes qui habitaient cette plaine durant l'époque glaciaire. Si bien que, pour échapper à la destruction, elles en ont été réduites à escalader les

pentés des montagnes. Ce fait est bien mis en évidence par le groupe de plantes du Pont-de-Gail que nous avons en vue et où, sur 17 espèces, 6, soit plus du tiers, se rapportent à des formes montagnardes, lesquelles sont : *Vitis lanata*, *Fagopyrum*, *Palanisia* et les trois espèces de *Symplocos*.

C'est au soulèvement alpin, à l'érection des obstacles transcontinentaux de l'Asie occidentale et de l'Europe qu'est due la rupture de contact et d'homogénéité entre les flores de ces derniers pays et celles de l'Asie orientale et de l'Amérique du Nord. Plus nous descendons bas dans le Pliocène, moins cette disjonction est sensible. N'ayant jamais étudié les flores miocènes, je ne puis savoir jusqu'où son effet se prolonge dans le passé. A renverser la proposition, on peut dire que, au cours du Pliocène, l'association végétale particularisée sous le nom d'association japo-no-sino-malayo-nord-américaine a peu à peu été détruite et remplacée en Europe par le peuplement nouveau qui y existe aujourd'hui. Parmi les flores de graines pliocènes que j'ai examinées, c'est au Pont-de-Gail que cette association se montre avec le plus de cohésion. Elle faiblit un peu dans le Reuvérien, beaucoup dans le Téglien et n'existe plus dans le Cromérien.

Il est malaisé de dire d'où est venue la nouvelle association qui a remplacé l'ancienne. Peut-être y a-t-il eu lente infiltration de plusieurs radiants. Et certains indices nous permettent de soupçonner que le principal de ces centres d'émission a été le grand massif de l'Himalaya.

LISTE DES ESPÈCES¹.

	Pages		Pages
<i>Sparganium ovale</i> n. sp.....		<i>Myriophyllum cylindricum</i>	
<i>Potamogeton</i> sp. 1.....		n. sp.....	
— sp. 2.....		<i>Oënanthe</i> sp.....	
— sp. 3.....		<i>Primulacæ</i> (g. ?) sp. 1.....	
— sp. 4.....		— (g. ?) sp. 2.....	
<i>Potamogetonacæ</i> g. ?		<i>Symplocos jugata</i> n. sp.....	
<i>Stratiotes tuberculatus</i> n. sp..		— <i>urceolata</i> n. sp....	
— sp.....		— <i>microcarpa</i> n. sp....	
<i>Scirpus (Isolepis)</i> sp.....		<i>Lithospermum</i> sp.....	
<i>Carex</i> sp. 1.....		<i>Lycopus antiquus</i> n. sp.....	
— sp. 2.....		<i>Labiataæ (Stachioideæ)</i> (g.)?..	
— sp. 3.....		<i>Solanum dulcamara</i> ? LINN...	
— sp. 4.....		<i>Veronica</i> sp. ?.....	

1. Dans la description qui suit, je n'ai pu, faute de place, donner des figures de toutes les espèces. Mais seules ont été omises les reproductions de celles de ces espèces dont les échantillons sont très mutilés ou trop mal conservés pour que la photographie puisse en montrer la structure.

<i>Epipremnum crassum</i> REID...	<i>Sambucus pulchella</i> REID.....
<i>Carpinus</i> sp.....	<i>Trichosanthes fragilis</i> n. sp..
<i>Polygonum convolvulus</i> LINN.	<i>Diclidocarya gibbosa</i> n. sp....
<i>Fagopyrum pliocenicum</i> n. sp.	<i>Carpolites</i> sp. 1.....
<i>Anonacæ</i> ?.....	— sp. 2.....
<i>Ranunculus gailensis</i> n. sp.	— sp. 3.....
— sp.	— sp. 4.....
<i>Menispermum cantalense</i> n. sp.	— sp. 5.....
<i>Polanisia rugosa</i> n. sp. ?.....	— sp. 6.....
<i>Leguminosæ</i> g.....	— sp. 7.....
<i>Rhamnaceæ</i> g.....	— sp. 8.....
<i>Vitis lanata</i> ROXB.....	

SPARGANIACEÆ : SPARGANIUM OVALE n. sp.

PL. III, FIG. 1, 2.

Endocarpium ambitu ovale vel oblanceolatum, turgidum, jugis 5-8 simplicibus conspicue ornatum, extra parvi-tuberculatum et transverse rugosum, osseum, 1-2 loculare.

Endocarpe osseux, à une ou deux loges, allant de la forme ovale à la forme oblancéolée, parfois rétréci en pointe à la base, renflé, anguleux ; orné de 5 à 8 côtes, non ramifiées, qui s'étendent de la base au sommet et portent sur leurs crêtes une bande de fibres ; attache basale, fente du micropyle apicale ; surface granuleuse et transversalement rugueuse.

Longueur : de 3,3 à 2,4 mm. ; largeur : de 1,8 à 8 mm.

Par sa forme générale et ses côtes à angles aigus cette espèce touche de près au *S. ramosum* ; mais elle est beaucoup plus petite ; les côtes ne se bifurquent ni ne s'anastomosent entre elles comme dans cette espèce et sa surface est plus granuleuse et plus rude. La sous-espèce du *S. ramosum* nommée *S. microcarpum* présente à peu près la même longueur, mais est plus large et plus obovale.

Il ne semble pas que nous ayons affaire ici à l'espèce de l'Oligocène supérieure décrite par Heer sous le nom de *S. valdense* ; mais, dans cette espèce, les carpelles sont trop mal figurés et trop sommairement décrits pour permettre une comparaison utile. Il ne s'agit pas non plus de l'espèce décrite dans les flores fossiles du Reuvérien (p. 57, pl. 1, fig. 16, 17) comme se rapportant au *S. ramosum*, cette dernière étant beaucoup plus grande. On a signalé le genre à partir de l'Oligocène. M. Laurent l'a fait connaître de cette période, provenant de la Basse-Auvergne. Des formes rattachées à *S. ramosum*, *S. simplex* et *S. minimum* ont été découvertes dans le Pliocène hollandais. Cette espèce est très abondante.

POTAMOGETONACEÆ : POTAMOGETON.

Sp. 1. — Nucule petite, mince, plate ; carène (qui fait défaut) atteignant apparemment le style ; celui-ci court, conique, apical ; dépressions

latérales plutôt grandes ; surface granuleuse, cellules allongées selon la direction de la courbe du carpelle, avec parois latérales présentant des épaississements irréguliers. L'organe est brisé.

Longueur incomplète. Largeur, sans la crête commissurale : 1,1 mm.

Je n'ai pu découvrir aucune espèce vivante présentant un endocarpe aussi mince.

Sp. 2 (Pl. III, fig. 3). — Nucule obovale, arrondie à la base, renflée ; bord ventral presque droit, bord dorsal convexe ; carène large, plate vers le haut, légèrement anguleuse vers le bas, atteignant presque le style apical. Cloisons minces, surface très finement et irrégulièrement striée dans la direction de la courbure de la nucule.

Longueur : 9,5 mm. ; largeur : 6 mm.

L'organe est déformé par compression diagonale. Ce fait, joint à la présence d'une large et plate crête commissurale, indique qu'il était très renflé.

Sp. 3 (Pl. III, fig. 4). — Nucule obovée, renflée, lenticulaire ; bord dorsal et ventral, l'un et l'autre convexes ; carène large, anguleuse, atteignant presque le style apical. Dépressions latérales, ovales, très peu profondes ; cloisons épaisses et dures ; cellules de la surface petites, entourées par des collines épaissies, formant des striations concentriques.

Sp. 4. — Nucule obovée, aplatie, bord ventral convexe en haut, droit en bas, bord dorsal gibbeux ; la carène (qui fait défaut) devant avoir atteint le style et ayant dû être très large, probablement égale aux 2 cinquièmes de la largeur de la nucule, ainsi qu'il appert de la forme de la graine encore en place ; style sublatéral ; surface creusée d'alvéoles à texture vague ; graine rendue visible par la disparition de la carène, testa hyalin, formé de mailles parallèles, longuement développées selon la direction de la courbure de la graine.

Longueur : 1,25 mm. Largeur (sans la carène) 1 mm.

(?) (Pl. III, fig. 5.) — Fruit attaché par sa face ventrale à un placentaire, petit, ovale ; bord dorsal convexe, large et strié longitudinalement ; bord ventral caché par le placentaire ; style apical proéminent ; à la base de l'organe existe une grosse pointe ; section de l'organe triangulaire ; surface dorsale striée en long.

Longueur : 1,5 mm. Largeur : 1,3 mm.

La forme de ce petit fruit, son bord dorsal, large et strié, se rapprochant de la carène des *Potamogeton*, son mode d'insertion ainsi que la position du style, font penser à un fruit ayant les caractères généraux des *Potamogeton* ou des *Ruppia*.

L'organe est encore adhérent à son placentaire, ce qui indique probablement qu'il n'est pas mûr ou qu'il est incomplètement développé. Une espèce appartenant à un genre éteint de *Potamogetonaceæ*, *Limnocarpus* a été décrite par Clément Reid des couches oligocènes d'Headdon¹. L'espèce que nous avons ici en vue n'appartient pas à ce genre.

1. On *Limnocarpus*, par CLÉMENT REID, *Linn. Journ. Bot.*, vol., XXXIII, p. 464-468, 1898.

Le bris accidentel de la plus petite des nucules, après qu'elle a été photographiée, montre que l'épaisse marge dorsale tend à se séparer comme une valve complète, à la façon des carènes des *Potamogeton*, *Ruppia* et *Limnocarpus*. Il semble donc à peu près certain que cette petite nucule est le fruit d'un genre de *Potamogetonaceæ*.

Deux exemplaires, l'un et l'autre apparemment non mûrs.

HYDROCHARITACEÆ : *STRATIOTES TUBERCULATUS* n. sp.

Pl. III, FIG. 6-7, 10.

Semen ambitu rotundato-oblongum ovatumve, turgidum, vix complanatum, micropyla basi-ventrali labro incrassato cincta, hilo dorsali prope basem, margine dorsali incrassato rapham eum intransversum totum obeuntem habente; integumenta duo exteriora levi crassiusculo, interiore crasso indurato jugis angustis laminis similibus interruptis in longitudinem instructo.

Graine arrondie-oblongue ou ovale, avec un grand micropyle basi-ventral, entouré par un disque induré, et généralement recourbé vers le côté ventral en forme de crochet, renflé, à peine aplati; hile situé près de la base du bord dorsal; raphé contenu dans le boudin du bord dorsal et traversant en diagonale toute sa longueur jusqu'au sommet, où il pénètre par la chalaze dans la cavité de la graine; tégument interne lisse, modérément épais (en général manquant), tégument externe épais, dur, parcouru en dehors par de nombreux tubercules étroits, allongés, proéminents, disposés en rangées longitudinales et formant parfois des collines de même direction, déhiscence par fente, à travers le micropyle et le raphé, en deux valves symétriques.

Longueur, 7,5 à 5 mm.; largeur, de 3,5 à 2,75 mm.

La forme de la graine est très variable, mais l'ornementation du tégument dur, le caractère du micropyle et du raphé ne changent pas.

Certaines graines sont longues et étroites, presque oblongues; d'autres sont larges et ovales; il en est de grandes et de petites. Chez les unes, le rebord est bien marqué, chez d'autres il existe à peine. On en trouve qui sont nettement en crochet, d'autres presque droites. Un très bel exemplaire est très petit, présente une forme régulièrement ovoïde, un micropyle basal et ne montre pas trace de rebord. A première vue, j'ai supposé qu'il devait appartenir à une autre espèce, mais les caractères de son tégument m'ont convaincu qu'il appartient à *S. tuberculatus* dont il représente probablement une forme anormale.

En 1833, Zenker a décrit et figuré une espèce de *Stratiotes* sous le nom de *Folliculites kaltennordheimensis*¹. En 1859, Heer a décrit la même espèce, du Miocène suisse, sous le nom de *Carpolithes kaltennordheimensis*². En 1863 Heer a de nouveau décrit et figuré cette

1. Leonhard und Bronn Jahrbuch, 1833, p. 177, pl. 4, fig. 1-7.

2. Flora tertiaria Helvetiæ, III, p. 144, pl. 27, fig. 14 et pl. 141, fig. 68, 69.

espèce de l'Oligocène de Bovey-Tracey, sous le nom de *Carpolithes Websteri*, donnant en synonymie *C. kaltennordheimensis* et *F. kaltennordheimensis* ZENKER. Il fait remarquer que « les graines de Bovey correspondent si exactement à celles de Kaltennordheim, de Rochette, etc., qu'elles doivent être rapportées toutes à cette espèce ».

Je n'ai pu faire de comparaison ni avec l'espèce type de Zenker ni avec les échantillons récoltés par Heer en Suisse, mais les spécimens recueillis par ce dernier naturaliste à Bovey Tracey se trouvant au Musée de géologie appliquée, Jermyn Street, à Londres, j'ai été à même, grâce à l'obligeance de son Directeur, de les étudier et de les photographier (Pl. III, fig. 8, 9).

Les caractères externes des spécimens de Bovey ont quelque ressemblance avec les fossiles du Pont-de-Gail, mais sans qu'il y ait nullement identité entre eux. La comparaison montre que les deux espèces ont à peu près les mêmes dimensions et la même forme, bien que, en moyenne, le *S. kaltennordheimensis* soit plus large et plus plat, avec un tégument externe plus épais, spécialement au-dessus du disque micropylaire où il forme une curieuse protubérance conique ; ses collines sont moins nombreuses, plus plates, plus arrondies, au lieu d'être minces et étroites, comme chez *S. tuberculatus*. Et il existe une différence frappante dans la structure interne de la graine germée. Chez *S. kaltennordheimensis*, le micropyle est basal, et non basi-ventral comme chez *S. tuberculatus* ; le hile est situé près du milieu du bord dorsal au lieu de l'être à sa base ; le rebord dorsal est beaucoup plus large, s'élargit bien davantage vers l'apex ; le raphé passe le long du bord extérieur du bourrelet jusqu'au point de rencontre avec l'apex, où il coupe droit à travers le bourrelet pour atteindre le chalaze, au lieu de le faire peu à peu, en diagonale, à travers toute la longueur du bourrelet, comme c'est le cas chez *S. tuberculatus*.

Supposant que Heer ne s'est pas trompé lorsqu'il a identifié l'espèce de Bovey avec *S. kaltennordheimensis* ZENK., nous pouvons en conclure que cette dernière espèce n'est pas celle du Pont-de-Gail.

On a souvent, à partir de l'Oligocène, signalé le genre *Stratiotes* à travers le Miocène et le Pliocène, les déterminations étant presque toujours basées sur des graines.

STRATIOTES sp.

Deux fragments de graines plus petites que le *S. tuberculatus*, moins renflées, moins rugueuses, dépourvues du crochet basal, représentent probablement une autre espèce, mais sont trop fragmentaires pour en permettre la description.

CYPERACEÆ : *SCIRPUS* (*ISOLEPIS*) sp.

PL. III, FIG. 11.

Nucule noire, obovée, triangulaire, base blanchâtre, à laquelle adhère une mince soie ; style plutôt long, épais, recourbé, trilobé au

sommet, chaque lobe portant une perforation; surface luisante, montrant d'étroites cellules à bords parallèles, à cloisons épaisses, allongées selon l'axe du fruit, deux fois plus longues que larges; cloisons des bouts des cellules plus épaisses que celles des côtés, dispositif qui provoque une striation transversale de la nucule; les cellules des angles de celle-ci plus étroites et à cloisons plus minces.

Longueur, 1,25 mm.; largeur, 0,6 mm.

S. Holoschænus et *S. prolifer* (cette dernière, espèce sud-africaine) appartenant l'un et l'autre à la section *Isolepis*, ont des nucules de même forme et de structure similaire, mais tous deux sont plus petits et plus larges du bas que le fossile. La structure des cellules paraît être caractéristique de la section à laquelle j'ai, par suite, rattaché le fossile.

CAREX

Sp. 1. (= REUVER, *Carex* sp., pl. III, fig. 34). — Nucule ovale, arrondie, triangulaire, non stipitée; style sessile; cellules de la surface allant de la forme oblongue à la forme hexagonale, plates, avec des cloisons latérales à peine surélevées et une petite protubérance centrale.

Longueur, 1,3 à 1,5 mm.; largeur, 0,7 mm.

Trois nucules, toutes un peu brisées.

Cette forme paraît identique à une nucule (également incomplète) de Reuver, figurée mais non décrite. Les deux spécimens du Pont-de-Gail qui montrent la longueur totale de l'organe, sont un peu plus petits que celui de Reuver, mais le troisième et le plus grand (brisé au sommet) était apparemment de la même taille. Ce dernier échantillon a malheureusement été détruit au moment où on allait le photographier. Les cellules de la nucule de Reuver sont légèrement plus uniformes et plus régulières. Mais, eût-on exhumé les deux nucules du même gisement que je n'aurais pas hésité à les inscrire sous le même nom spécifique.

Sp. 2. — Nucule arrondie, oblongue, plate, non stipitée, style sessile; surface recouverte de grandes cellules plates, hexagonales ou carrées, à parois à peine proéminentes, disposées en files longitudinales; la structure des cellules est très indistincte sur la nucule bien conservée; mais elle se montre clairement sur un fragment.

Longueur: 1,7 mm.; largeur, 0,6 mm.

Une nucule en parfait état, fendue à la marge, et la moitié d'une autre.

Sp. 3. (PL. III, FIG. 12.) — Nucule renfermée dans une utricule ovale (probablement plan convexe bien qu'elle se montre maintenant aplatie par la compression), non stipitée, brusquement contractée en un style court, épais, à bords parallèles; cellules de la surface très luisantes, de forme irrégulière, parfois à peu près carrées ou hexagonales, avec une proéminence centrale; on remarque sur un côté une

utricule étroitement adhérente, rugueuse, formée de cellules plutôt lâches, mais dépourvue des rangées de fibres longitudinales qui existent en général dans l'utricule des *Carex*.

Longueur, 1,7 mm., largeur, 0,8 mm.

Sp. 4. — Nucule obovale-oblongue, plate, progressivement rétrécie en un style épais et assez long; surface recouverte de cellules plutôt grandes, hexagonales et disposées en files longitudinales. Beaucoup de ces cellules ont conservé la cuticule, qui se montre comme une pellicule fine, jaunâtre au point où elle est en contact avec les cloisons des cellules. Mais, au-dessus des cavités de celles-ci, elle est renflée en forme de petits dômes percés au centre par une ouverture minuscule, ou, parfois, deux accolées l'une à l'autre. Les cellules étant creuses et la cuticule mince et translucide, celle-ci paraît blanche et transmet cette teinte aux parties de la nucule qu'elle recouvre.

Longueur, 1,7 mm. ; largeur, 0,7 mm.

ARACEÆ : *EPIPHEMNUM CRASSUM* REID

PL. III, FIG. 13, 15.

Huit graines, dont une seule mûre, et celle-ci mutilée à la face dorsale; les autres petites et très comprimées. Le fait que ces graines ne sont pas mûres se déduit de ce qu'elles sont encore adhérentes au placentaire (Pl. III, fig. 13).

Longueur, 3 mm. ; largeur, 2,2 mm. (sans le placentaire).

Ces graines ressemblent à celles d'*E. crassum* décrites par nous du Reuvérien par leur taille, leur forme, les deux larges ouvertures du micropyle et du hile et par l'ornementation à cellules hexagonales de leur surface.

L'espèce abonde dans le Reuvérien où, comme dans le sédiment du Pont-de-Gail, on trouve de nombreux exemplaires non encore mûrs. Des spécimens de Reuver ont été ici reproduits photographiquement à titre de termes de comparaison (Pl. III, fig. 14, 16).

CUPULIFERÆ : *CARPINUS* sp.

PL. III, FIG. 17 a, 17 b.

La moitié d'une nucule (non absolument intacte), ovale oblique, un peu renflée, présentant une forte côte médiane, proéminente vers le haut, mais aplatie vers le bas, qui s'étend de l'apex jusqu'au voisinage de la base où elle s'arrête brusquement. De chaque côté de cette côte s'en trouve une latérale, moins prononcée; les angles de la nucule sont épaissis, de telle sorte que, quand les valves étaient en connexion, elles ont dû, par leur réunion, former des côtes latérales; surface très altérée, montrant surtout le tissu dur et ligneux de la nucule, bien qu'on aperçoive par places les restes d'un autre tégument. Cloison formée de trois téguments, un externe, mince, brillant, brun clair, un

médian, épais, ligneux, de teinte claire, un interne, brun sombre, luisant, composé de petites cellules carrées ; cavité de la graine ovale, rétrécie au sommet en un gros micropyle pointu ; la base de la nucule est un peu brisée et le canal qui contenait les vaisseaux nourriciers fait défaut ; mais au milieu de la base, attaché au tégument interne, et dévié à angle droit de la direction de ce canal, on aperçoit un faisceau de filaments d'une longueur égale à l'épaisseur de la nucule.

Longueur, 5,5 mm. ; largeur, 4,7 mm. (incomplète).

La forme de cette nucule, avec ses côtes atteignant le sommet mais arrêtées net près de la base, le nombre et la structure de ses téguments, la forme de la cavité, s'effilant en un large micropyle, la probabilité d'un canal basilaire suggérée par un faisceau de filaments, tous ces détails cadrent parfaitement avec la structure de la nucule des *Carpinus*. Parmi les espèces vivantes, c'est au *C. Betulus* que le fossile ressemble le plus, bien qu'il ne dépasse pas la taille des plus petits exemplaires de cette espèce. La nucule du Pont-de-Gail diffère cependant de celles du *C. Betulus* par le caractère de ses côtes. Chez cette dernière espèce, les côtes sont droites, anguleuses et généralement d'égale dimension, trois d'un côté et deux de l'autre, quoique ce nombre varie parfois. Chez la nucule fossile, au contraire, on constate la présence d'une très forte côte accompagnée de deux plus faibles. J'ai découvert dans l'Herbier de Kew un spécimen anormal montrant des côtes de même sorte, mais la médiane était moins prononcée et n'allait pas en s'aplatissant et en s'élargissant vers le bas, comme c'est le cas chez la nucule fossile. Celle-ci s'écarte trop même des spécimens anormaux de *C. Betulus* pour pouvoir être inscrite sous le même nom spécifique. Je ne crois cependant pas à propos de créer une espèce nouvelle d'après un seul échantillon de conservation assez défectueuse.

Le genre *Carpinus* se montre à travers l'Oligocène, le Miocène et le Pliocène. M. Marty signale *C. Betulus*, dans le Cantal, du Miocène supérieur de Joursac et du Pliocène inférieur de Niac et de Capels.

POLYGONACEÆ : *POLYGONUM CONVULVULUS* LINN.

PL. III, FIG. 19.

Nucule munie d'une partie du périanthe persistant ; ovale, triangulaire, luisante, portant d'élégantes côtes longitudinales anastomosées, disposées en chapelets et formées par un grand nombre de petits tubercules ronds, placés en ligne ; périanthe rugueux, avec nervure médiane et traces d'un réseau veineux grossier.

Longueur, 3,5 mm. ; largeur, 2,8 mm.

La graine s'est fendue le long des angles, comme c'est le cas dans la germination.

Par ce caractère, aussi bien que par sa dimension, sa forme, la sculpture de sa surface et l'aspect du périanthe, elle est identique avec les graines de l'actuel *P. convolvulus* (Pl. III, fig. 18).

FAGOPYRUM PLIOCENICUM n. sp.

PL. III, FIG. 21.

Fructus anguste ovatus, haud alatus, sectione transversa triangularis, extra hebes, strus tenuibus obliquis sursum directis ornatus, perianthium persistens, ad fructus apicem pertinens.

Fruit étroitement ovale, triangulaire, non ailé, faces émarginées au sommet ; surface terne, avec cellules allongées obliquement vers le sommet à partir de la ligne médiane, formant d'élégantes stries ; périanthe persistant ; bien qu'actuellement déchiré et n'atteignant que la moitié de la longueur de la nucule, l'impression du réseau veineux qu'il a laissée sur le reste de la surface, montre que ce périanthe arrivait jusqu'au sommet de l'organe. Sur une face, entre le périanthe et la nucule, on aperçoit les restes d'une étamine.

Longueur, 3,8 mm. ; largeur, 1,7 mm.

Les caractères de cette graine, sa forme, le périanthe persistant, l'émargination des faces au sommet, la striation oblique ascendante, montrent qu'elle appartient au genre *Fagopyrum*. Ce genre ne renferme plus que deux espèces vivantes, *F. esculentum* (Pl. III, fig. 20) et *F. tartaricum*. Le fossile est très voisin du *F. esculentum*, dont il ne diffère que par sa taille plus petite, sa forme plus élancée et son périanthe plus long. Le fossile en question paraît dénoter une forme ancestrale de notre Blé sarrasin, plante qui existe actuellement à l'état spontané dans les montagnes de l'Asie centrale et de la Chine.

ANONACEÆ (?)

Un fragment de graine montre que sa face interne était sillonnée de petites lamelles parallèles. Ce caractère est un de ceux que l'on constate chez les Anonacées. Des graines appartenant à cet ordre ont été décrites du Reuvérien sous le nom de *Jongmansia cypræiformis* ; le fragment du Pont-de-Gail n'appartient pas à cette espèce, pas plus qu'il ne peut être rattaché au genre *Anona*, signalé par de Saporta dans le Pliocène moyen de Meximieux.

RANUNCULACEÆ : *RANUNCULUS (BATRACHIUM) GAIENSIS* n. sp.

PL. III, FIG. 22.

Achenium perparvum, subglobosum, pericarpium confragosum ; mesocarpium crassum, induratum, transverse costatum ; endocarpium nitidum, e cellulis transverse elongatis constitutum.

Akène très petit, subglobuleux ; style peu distinct ; attache basiventrals ; péricarpe rude, rejeté en plis irréguliers et transverses par le mésocarpe dur et sillonné ; mésocarpe strié longitudinalement et sil-

lonné transversalement, endocarpe luisant, formé de petites cellules allongées transversalement et dont les parois latérales sont aussi épaisses que la moitié de la cavité cellulaire.

Longueur, 0,9 mm. ; largeur, 0,8 mm.

Un akène en parfait état et la moitié d'un autre qui a éclaté latéralement. La forme de cet akène, la position du style, l'attache de l'organe, le mode de déhiscence, les caractères du péricarpe, du mésocarpe et de l'endocarpe, tout dénote qu'il s'agit d'un *Ranunculus* de la section *Batrachium*. Il diffère de toute espèce vivante que je connaisse par sa plus petite taille, sa forme plus globuleuse et ses cloisons plus épaisses. Récemment, en examinant un lot de fossiles de Castle Eden (Durham), probablement du Pliocène moyen, j'y ai trouvé la moitié du carpelle d'un *Ranunculus* de la section *Batrachium* qui, par ses dimensions et sa forme, concorde avec celui du Pont-du-Gail. Dans ce spécimen, le péricarpe a été détruit et il ne reste que le mésocarpe, montrant les stries caractéristiques des *Ranunculus* section *Batrachium* et l'endocarpe. Les stries sont moins nombreuses et les cloisons plus minces ; de même, les cellules de l'endocarpe sont plus grandes. Ces trois spécimens sont les seuls chez lesquels j'ai vu une aussi petite taille et une forme aussi globuleuse.

M. Marty signale le *R. atavorum* SAP. du Pliocène du Cantal et le considère comme probablement allié au *R. fluitans*. Il est impossible de savoir si cette espèce est la même que celle du Pont-de-Gail, M. Marty n'en ayant trouvé que les feuilles.

RANUNCULUS sp.

PL. III, FIG. 23.

Akène obové, renflé, à cloisons épaisses, style latéral, subapical ; attache basale ; tégument externe, épais et un peu spongieux, formé de cellules arrondies, avec des parois irrégulièrement épaissies ; tégument interne mince, brillant, à cellules étroites, ayant des bords parallèles et allongées transversalement.

Longueur, 1,3 mm. ; largeur, 0,9 mm.

La forme de cet akène, la position du style, le mode d'attache et le caractère des cloisons dénotent un *Ranunculus*. Mais le spécimen n'est pas suffisamment conservé pour permettre de le décrire comme espèce nouvelle.

MENISPERMACEÆ : *MENISPERMUM CANTALENSE* n. sp.

PL. III, FIG. 24, 25.

Endocarpium reniforme, complanatum, osseum, cristis tribus concentricis regulariter striatis ornatum, crista unaquaque duplice, foramine magno facie utraque prope basem instructum.

Endocarpe osseux, réniforme, aplati, portant trois crêtes régulières.

ment cannelées, une dorsale et deux latérales, chaque crête étant double ; les crêtes latérales à angle droit par rapport aux faces de l'endocarpe et semblables l'une à l'autre ; parfois, les cannelures se projettent sous forme de dents ; dans l'aire plate et lisse de chaque face, près de la marge ventrale, se creuse une large cavité. Ces cavités se font face et traversent complètement l'endocarpe ; l'aire plate est marquée de stries rayonnantes.

Grand exemplaire, longueur, 5,8 mm. ; largeur (incomplète), 4 mm.

Petit exemplaire, longueur, 4,1 mm. ; largeur, 3,3 mm.

Les caractères de ces endocarpes concordent avec ceux de certains genres de Ménispermées, spécialement avec *Sinomenium* et *Menispermum*. Ils diffèrent du premier par l'aspect de leurs crêtes qui, bien que doubles chez *Sinomenium*, ont leurs deux tranchants étroitement serrés l'un contre l'autre et des dents plates et irrégulières. C'est donc au genre *Menispermum* qu'il faut rattacher les fossiles.

On connaît quatre espèces de *Menispermum* actuellement existants, l'une de l'Asie centrale et de la Chine, une autre de Japon et de la Chine, une autre encore de Birmanie et une dernière enfin de l'Amérique septentrionale. Toutes ont des endocarpes qui se ressemblent beaucoup les uns aux autres et sont très voisins du fossile qui nous occupe. Les crêtes de l'organe du Pont-de-Gail ont des rapports particulièrement étroits avec celles du *M. dahuricum* de Sibérie et de Chine, mais, bien qu'uniformément cannelé, comme dans cette espèce, sa cannelure est plus vive, particulièrement sur les crêtes latérales. Les perforations sont identiques à celles du *M. dahuricum* ; cependant, les endocarpes du fossile sont plus petits et ne montrent pas les sillons qu'on remarque chez cette dernière espèce près du bord concave.

Par ces derniers caractères, dimensions et absence de sillons, le fossile concorde avec *M. diversifolium*, var. *molle* (la seule forme de l'espèce que j'aie pu examiner). D'où ressort que le *M. cantalense* présente des caractères dont les uns concordent avec *M. dahuricum* et les autres avec *M. diversifolium* (Pl. III, fig. 26). Tous deux sont originaires de la Chine, quoique le *M. dahuricum* se trouve aussi en Sibérie. Je ne crois pas émettre une hypothèse hasardée en suggérant l'idée que le *M. cantalense* peut représenter une forme ancestrale d'où seraient issues les deux espèces chinoises.

Croire que les espèces ont apparu dans le Cantal pour, de là, gagner le pays où on les trouve aujourd'hui, serait mal interpréter ma pensée. Le fait est des plus improbable, et je ne puis imaginer aucun phénomène physique ou climatérique qui rende compte d'une pareille migration. Tout indique, au contraire, que la marche de la migration a dû s'effectuer du Nord au Sud. Et il est évident qu'une des deux espèces chinoises appartient à un courant de migration plus récent que celui qui a amené le *M. cantalense*, car, dans le Téglien (Pliocène supérieur de Hollande), j'ai dernièrement trouvé un spécimen qui concorde avec le *M. dahuricum* jusque dans les moindres détails. Les premières traces de Ménispermées qui nous soient connues proviennent

du Crétacé, où elles ont été décrites sous le nom du genre fossile *Menispermites*.

La famille a aussi été signalée, des confins de l'Éocène et de l'Oligocène de Menat, en Basse-Auvergne, par M. Laurent et par Saporta du Pliocène moyen de Meximieux. La Ménispérée indiquée par Lauby, dans le Pliocène moyen de Lagarde (Cantal) est de détermination douteuse. Dans ces trois cas, l'espèce a été rapportée au genre *Cocculus*.

CAPPARIDACEÆ : *POLANISIA RUGOSA* n. sp.

PL. III, FIG. 27.

Semen ambitu ovato-reniforme, curvatum, turgidum, ad micropylam truncatum et ibi hilo incubens ; parietes crassi ; integumenta 3, extimo tenui nitido, mediano crasso indurato rugoso, intimo tenui levi.

Graine ovale-réniforme, courbe, renflée, extrémité micropylaire tronquée, recouvrant le hile enfoncé ; cloisons épaisses et dures, formées de trois téguments, un tégument externe, mince, terne, rude, strié transversalement, un tégument médian épais, dur, très rugueux, avec cellules superficielles allongées selon la direction de la courbure de la graine, un tégument interne mince, formé de cellules lâches et carrées ; surface recouverte de grosses rugosités irrégulières et transverses, excepté autour du micropyle, où elle est lisse ; à l'extrémité, près du hile, existe une côte épaissie buttant contre le micropyle.

Longueur, 1,7 mm. ; largeur, 1,6 mm.

Un spécimen à peu près en parfait état et la moitié d'un autre montrant une graine ouverte au point où elle se recourbe.

Par sa dimension et sa forme, par sa courbure, par son extrémité micropylaire lisse, ainsi que par le nombre et l'aspect de ses téguments, cette espèce ressemble aux graines de *Capparidacées* de la section *Cleomoideæ*. J'ai pu la comparer aux graines de tous les genres de cette section. Celui auquel elle correspond le mieux est le genre *Polanisia*. C'est dans ce genre seulement que j'ai pu retrouver les différents caractères du fossile, sa forme ovale plutôt que ronde, ses rugosités irrégulières et non régulières, la dépression épaissie du hile, l'extrémité micropylaire tronquée, la cloison épaissie et la dimension de l'organe. Mais je n'ai pu constater ces caractères réunis dans aucune espèce du genre. *P. viscosa* montre la même sorte de rugosités, la même dépression épaissie du hile, mais est beaucoup plus petit. *P. simplicifolia* (Pl. III, fig. 28) présente presque la même forme, la même dimension, la même extrémité micropylaire tronquée, mais les rugosités n'y sont pas aussi marquées, la dépression du hile n'y est pas aussi épaissie.

Le genre *Polanisia* a pour distribution géographique l'Inde, l'Indo-Chine, la Malaisie, l'Amérique du Nord, le Brésil, le Venezuela et le sud de l'Afrique.

Le genre n'avait pas, jusqu'ici, été reconnu à l'état fossile. Unger a signalé le genre *Capparis* du Miocène supérieur de Parschlug. C'est la seule *Capparidacée* fossile dont j'aie pu trouver trace.

LEGUMINOSÆ g. (?)

PL. III, FIG. 29 a, 29 b.

Graine semi-lenticulaire, recourbée vers le haut à l'extrémité radiculaire, de façon à former une sorte de bec; bord dorsal arrondi; bord ventral droit, occupé par une cicatrice en forme de lanière, le hile, qui aboutit au large foramen du micropyle; ce dernier perfore le bec dans une direction parallèle à celui-ci; à l'extrémité du hile, opposée à celle où se trouve le micropyle, existe une cicatrice où un faisceau fibreux pénètre dans le testa. A partir de ce point, le testa est fendu le long de la ligne dorsale sur un long parcours, la ligne de la fente correspondant avec le plan de séparation des cotylédons; sur ce point, le testa se montre mince; sa surface est lisse, mais non polie et est formée de très petites cellules hexagonales.

Longueur, 8,75 mm.; largeur, 4,3 mm.

Ce très bel échantillon paraît être la graine d'une espèce de Légumineuse dont la partie charnue et le testa, autour du micropyle et du hile, ont été détruits. J'ai fait macérer les graines de différentes Légumineuses, et j'ai constaté qu'à la suite de ce traitement, les bords gonflés du micropyle et du hile se détachent rapidement, laissant voir une structure très semblable à celle que l'on constate chez notre graine fossile, un micropyle béant aboutissant au hile et l'extrémité radiculaire de la graine offrant l'apparence d'un bec. Cette apparence de bec tient au fait que le tégument enveloppe plus étroitement l'embryon que ne le fait le testa et se replie autour de la radicelle qui est souvent recourbée en crochet, de façon à épouser sa courbure; en telle sorte que, le testa enlevé, on voit apparaître la forme courbe de la radicelle. Bien que je constate séparément les divers caractères de cette graine dans plusieurs genres de Légumineuses, j'ai été incapable d'en découvrir un où ils soient réunis tous ensemble. *Cladrastis* possède des graines de même forme et de même taille, mais non le hile en lanière. La forme se retrouve aussi, dans une certaine mesure, chez *Robinia*, mais ses graines sont plus petites et, ici encore, le hile est différent. De même pour *Laburnum*. D'autre part, on voit, chez *Vicia*, le hile en lanière, mais non la forme en crochet. Dans l'ignorance où je suis du genre et même de la section dans lesquels il convient de ranger ce fossile, je crois plus prudent de me contenter de le décrire et d'attendre de nouvelles recherches la découverte de sa véritable position taxinomique.

A partir du Crétacé, on retrouve des représentants de la famille des Légumineuses dans tous les étages géologiques jusqu'à nos jours, mais les déterminations reposent presque toujours sur des feuilles ou des gousses. Dans le Cantal, et en excluant d'autres formes auxquelles notre

fossile ne saurait être attribué, *Robinia arvenensis*, allié à *R. pseudo-acacia*, est signalé dans le Miocène supérieur de Joursac et le Pliocène inférieur de la Mougudo; on signale également une Légumineuse d'affinités inconnues du Pliocène inférieur de Niac et de la Mougudo, ce dernier gisement étant synchronique de celui du Pont-de-Gail. Ces déterminations reposant sur des feuilles, il m'est impossible d'en faire état à propos du fossile en question.

RHAMNACEÆ (?)

PL. IV, FIG. 1.

Un fragment d'un assez petit endocarpe biloculaire, montre les deux loges étroitement comprimées l'une contre l'autre, un sillon longitudinal laissant voir, d'un côté, leur ligne de séparation, l'autre côté étant plan. Les cloisons sont minces; la surface est finement granuleuse.

On trouve dans plusieurs genres de *Rhamnées* des endocarpes présentant les mêmes caractères. Tels sont *Berchemia*, *Microrhamnus* et *Karwinskia*. Mais le fragment est trop petit pour permettre une identification. On signale le genre *Berchemia* dans l'Oligocène, le Miocène et le Pliocène.

VITACEÆ : • VITIS LANATA ROXB.

PL. III, FIG. 30, 32, 33.

Graine très petite, étroite, anguleuse sur la face ventrale, ce qui montre qu'elle appartient à un *Vitis* chez lequel quatre graines sont normalement développées; stipitée; chalaze étroite; lobes dorsaux étroits et presque droits; sillon du raphé profond et étroit, formant une rainure apicale; faces ventrales planes, avec d'étroites dépressions oblongues; testa épais, formé de deux téguments, l'externe mat, avec de fines granulations et une vague striation rayonnant autour de la chalaze, l'interne épais et dur, formé de cellules fermées, en forme de colonnes, dont les extrémités libres donnent une surface ponctuée visible aux endroits où l'épiderme a été enlevé par frottement.

Longueur et largeur l'une et l'autre incomplètes.

Deux spécimens, l'un brisé, l'autre avorté. Ce dernier montre que la graine était stipitée.

Il montre également, sous la chalaze, une légère dépression, mais qui peut résulter de ce que la graine aurait été tordue.

J'ai examiné les graines d'un grand nombre d'espèces de *Vitis*. Les échantillons du Pont-de-Gail appartiennent à la section *Euvitis*. Ils sont plus petits que les graines de la majorité des espèces de cette section, mais les graines de *V. Thunbergii* et de *V. lanata* ont la même taille. Dans la première de ces espèces, deux graines seulement sont développées à l'état normal et elles sont presque globuleuses, ne présentant qu'un angle peu accentué à la face ventrale. Chez *Vitis lanata*, quatre graines sont normalement développées et offrent des angles

identiques à ceux que l'on observe chez le fossile. Celui-ci leur ressemble si étroitement, par la dimension, la forme, l'aspect de la chalaze et de la dépression ventrale, l'épaisseur et les caractères des téguments, que j'ai rattaché ce fossile au *V. lanata*. La seule différence entre les deux semble être que, chez la forme du Pont-de-Gail, le canal du raphé et l'encoche apicale sont relativement plus profonds et que, dans la graine avortée, il existe comme un indice d'une légère dépression sous la chalaze. Je ne crois pas ces nuances suffisantes pour faire du fossile une espèce distincte.

Vitis lanata (Pl. III, fig. 31, 34) est originaire de l'Himalaya oriental et occidental, ainsi que de l'Assam, régions dans lesquelles on rencontre cette espèce à 1200 ou 1500 m. d'altitude.

Saporta et M. Laurent ont décrit une Vigne, *V. subintegra* SAP. du Pliocène inférieur de la Mougudo, dans le Cantal, gisement très voisin géographiquement, et contemporain de celui du Pont-de-Gail. Ces auteurs rapprochent le fossile en question du *V. Thunbergii*, de la Corée, du Japon et de Formose. M. Marty suggère que le *V. subintegra* pourrait se rapporter à la Vigne du Pont-de-Gail, ce qui me paraît vraisemblable, les feuilles et les graines de *V. Thunbergii* et de *V. lanata* ayant entre elles une étroite ressemblance, sauf en ce qui touche la différence entre les graines signalées plus haut.

HALORAGACEÆ : MYRIOPHYLLUM CYLINDRICUM n. sp.

PL. IV, FIG. 2, 4.

Nux ovoïde-cylindrica, stipitata, margine ventrali obtuse angulata; parietes crassi; integumenta duo, exteriore tenui confragoso, interiore crasso indurato e cellulis aeriferis partim constituto; embryo cylindrica, carnos.

Nucule ovoïde-cylindrique, ornée de facettes mousses le long du bord ventral, qui est droit; micropyle apical, grand, béant ou fermé par un tampon de tissu mou; nucule stipitée, attache basale; cloisons épaisses, formées de deux téguments, un externe, mince et rugueux, presque entièrement enlevé par le frottement, et un interne, épais et dur, formé d'un réseau à cellules très petites près de la cavité passant graduellement à un tissu spongieux, muni de lacunes aériennes. A sa face externe, ce tégument est alvéolé en gâteau de miel et se montre strié en long; embryon charnu, cotylédons cylindriques.

Longueur, 2,5 mm.; largeur, 1.2 mm.

La forme générale de cette nucule, son attache basale, son large micropyle béant, muni d'un opercule, son bord ventral à facettes, ses cloisons épaisses, formées à l'intérieur d'un tissu continu, passant à l'extérieur à un tissu alvéolé avec lacunes aériennes, la cavité cylindrique et l'embryon charnu à cotylédons cylindriques, tous ces caractères concordent avec ceux du genre *Myriophyllum*. Il existe peu d'espèces de ce genre dont les graines soient stipitées, bien qu'on en trouve

quelques-uns. La plupart, aussi, de ces espèces comportent quatre graines, à facettes plus vives que celles de l'organe du Pont-de-Gail, dont les angles émoussés semblent indiquer que le carpelle ne portait que deux nucules.

M. Mazianum et *M. diconum*, tous deux de la Nouvelle-Zélande, n'ont chacune que deux nucules, mais ces deux espèces présentent une forme très différente de celle du fossile.

Celui-ci ressemble plus particulièrement, comme forme au *M. alternifolium* (Pl. IV, fig. 3), mais s'en écarte par des graines d'une plus grande taille, à angles ventraux plus émoussés, à apex plus étroit, à cloisons plus épaisses, à stipitation plus accentuée.

M. verticillatum a été signalé dans le Reuvérien et le Téglien. MM. de La Vaulx et Marty ont trouvé un *Myriophyllites* dans le Pliocène inférieur du Mont-Dore et ce genre fossile est indiqué par Unger dans l'Oligocène de Radoboj.

OMBELLIFERÆ : *OENANTHE* sp.

PL. III, FIG. 35.

Méricarpe ovale, face ventrale plane, face dorsale convexe, stylopode manquant ; cinq côtes, de consistance plutôt spongieuse, brunes, dont deux latérales épaisses et planes à la face ventrale et trois, arrondies par usure à la face dorsale ; six bandelettes ridées transversalement, dont deux à la face ventrale et quatre entre les côtes de la face dorsale

Longueur, 1,35 mm. ; largeur, 1,1 mm.

La méricarpe est incomplet au dos et au sommet de l'organe, mais les extrémités parfaitement arrondies des bandelettes ventrales montrent qu'un peu seulement de la longueur manque. Les côtes dorsales sont en partie enlevées par frottement, mais il en reste assez pour permettre de se rendre compte de leur aspect. Il est impossible de dire si le plissement transversal des bandelettes est un caractère propre à l'espèce ou s'il s'agit là d'un accident. Les fruits des *Ombellifères* se rétrécissent souvent au cours de leur fossilisation, et il est possible que le plissement des bandelettes soit une conséquence de ce rétrécissement.

Il est peu douteux que ce méricarpe soit celui d'un *Oenanthe*. Il a quelque ressemblance avec ceux de l'*OE. Lachenalii*, bien qu'il soit plus petit. Mais cet objet est trop incomplet pour donner lieu à une description spécifique.

PRIMULACEÆ g. (?)

Sp. 1 (Pl. IV, FIG. 5). — Graine étroitement ovale, pointue, dorso-ventralement renflée ; face dorsale légèrement convexe ; face ventrale portant une côte médiane à dépression centrale correspondant à la

place du hile ; surface ornée de rides denses, courbes et peu nettes à la face dorsale, tandis que la face ventrale montre des traces de cellules en alvéoles.

Longueur, 1,2 mm. ; largeur, 1 mm.

La forme de cette graine, l'emplacement et l'aspect du hile, la structure alvéolée du tégument externe dénotent qu'elle appartient à une Primulacée et à un genre qui possède des capsules rondes avec un petit nombre de graines insérées dans des cavités cellulaires du placentaire. Dans les genres qui présentent de telles capsules, les graines n'ont pas les facettes qui résultent de la pression réciproque de ces graines les unes contre les autres, mais elles sont rondes ou ovales, convexes au dos, conformément à la courbure de la capsule, et en forme de pyramide à la face ventrale. On rencontre des graines de cette forme dans le genre *Anagallis*. Le fossile du Pont-de-Gail se lie étroitement, par son contour et sa taille, à certaines espèces du genre, et spécialement à *A. arvensis*. La délicate glyptique des graines diffère toutefois de celle de ce dernier genre. Le fossile en question ressemble aussi un peu aux graines de *Coris monspelliensis*, dont l'une est figurée (Pl. IV, fig. 6) à titre d'élément de comparaison. Mais la graine du Pont-de-Gail est plus petite, à rides plus aiguës, plus pointue, à surface plus lisse que celles de cette espèce.

Sp. 2. — Graine petite, ovale-allongée ; face dorsale plane, face ventrale plissée ; hile ventral ; surface unie.

Longueur, 0,75 mm. ; largeur, 0,45 mm.

Cette petite graine a la forme et les caractères de beaucoup de graines de Primulacées. Comme pour la précédente espèce, sa forme irrégulière indique qu'elle appartient probablement à l'un des genres qui ont des capsules rondes. Elle est plus petite que la graine de la plupart des genres de la famille, bien que le genre *Centunculus* en ait de plus petites encore.

SYMPLOCACE : SYMPLOCOS JUGATA n. sp.

PL. IV, FIG. 7.

Endocarpium rotundato-oblongum, turgidum, prominenter longitudinaliter 7 (vel 8-?) costatum, costis basi confluentibus, prætereaque paucis aliis quarum paucis evanidis interjectis ; cicatrix stilaris grandis, apicalis, cellulis tenuibus expleta ; parietes crassiusculi et duriusculi.

Endocarpe oblong, renflé, solidement plissé en long ; 7 ou 8 côtes à la base où leurs extrémités arrondies entourent une petite dépression, représentant la cicatrice du point d'attache. Au-dessus de la base, un nombre à peu près égal de côtes est intercalé entre les premières à intervalles irréguliers, certaines d'entre elles disparaissant

après un parcours plus ou moins long ; apex portant une large ouverture plate, fermée par une masse de tissu mou ; cloisons moyennement épaisses et dures.

Longueur, 6,4 mm. ; largeur, 3,3 mm.

Les caractères extérieurs de cet endocarpe concordent de très près avec ceux de certaines espèces de *Symplocos*. Plusieurs ont des endocarpes dont la forme et les côtes se rapportent à la description ci-dessus. Le sommet, chez toutes les espèces, montre une ouverture, en général grande, portant des divisions correspondant avec le nombre des loges de l'endocarpe. Cette ouverture est bouchée par la base du style. Je n'ai pas su trouver d'espèce actuelle ayant un endocarpe qui corresponde, comme taille, à celui du fossile, encore que *S. glandulifera* (Pl. IV, fig. 10) montre la même costulation. Mais le genre *Symplocos* est très vaste et relativement peu de ses espèces sont représentées dans l'Herbier de Kew par des spécimens fructifiés.

Aussi ai-je cru préférable de décrire le fossile du Pont-de-Gail à titre d'espèce nouvelle.

Le genre *Symplocos* est formé par des arbres qui habitent les montagnes des régions tropicales et subtropicales de l'Asie orientale et de l'Amérique, quelques espèces atteignent le Nord du Japon et les États-Unis. On le signale dès l'Éocène et on le retrouve dans l'Oligocène et le Miocène.

SYMPLOCOS URCEOLATA n. sp.

PL. IV, FIG. 8 a, 8 b.

Endocarpium urceolatum, apice truncatum et ibi involutum et foraminibus instructum, 3-loculare, hic illis nitidum, valde rugosum, undique lacunosum, obscure longitudinaliter costatum ; parietes percrassi ; integumentum exterius crassum, laxius compositum, interius crassum, induratum, arcte compositum ; loculorum septa angusta, nitida, e cellulis elongatis constituta.

Endocarpe urcéolé, 3-loculaire, obscurément anguleux ou costulé, tronqué au sommet, atténué à la base ; sommet plan, triangulaire, percé aux angles par trois pores correspondant aux trois loges, les bords de sa surface recourbés en dedans et striés radialement ; attache basale, petite. Lorsque j'ai reçu cet endocarpe, il était brisé obliquement et montrait ses trois loges, ses très épaisses cloisons et la séparation d'une des loges, mince et brillante, formée de cellules allongées. Les cloisons de l'endocarpe très rudes et luisantes par places (résine?), avec de nombreuses cavités superficielles (canaux à résine?). Ces cloisons constituées par deux téguments, l'un externe, à texture lâche, un interne, à texture serrée. Autour du bord enroulé de l'apex, le tégument externe est brisé et a laissé un bourrelet épais.

Longueur, 4 mm. ; largeur, 3,5 mm.

J'ai eu quelques doutes au sujet de l'interprétation de cet endocarpe

et j'ai cru d'abord qu'il devait être attribué à une Rhamnacée voisine du genre *Paliurus*.

Les endocarpes de *Paliurus* se rapprochent beaucoup du fossile par la taille et la forme ; comme lui, ils ont des cloisons épaisses et ont trois pores à la base (mais non au sommet), cette base étant triangulaire. Mais il existe entre les deux genres, des différences. Chez *Paliurus*, les pores sont vis-à-vis des angles et non sur les côtés du triangle comme dans le spécimen du Pont-de-Gail. De plus, *Paliurus*, comme aussi *Zizyphus*, montre une valve basale bien nette, avec branches rayonnantes, le nombre de ces lobes correspondant à celui des loges. Cette valve est séparée du reste de l'endocarpe par des surfaces moins fermes.

Il n'existe pas trace d'une valve de ce genre dans le fossile, d'où je conclus à l'impossibilité de le rapporter à un *Paliurus*. De plus, les fruits de *Paliurus* sont entourés d'une aile circulaire, et je ne crois pas que cette aile, si elle avait existé, ait pu pourrir au point de ne laisser aucune trace. Si le fruit en question appartenait à une Rhamnacée, il faudrait, pour l'interpréter, l'examiner en sens inverse de celui où on l'examine dans l'hypothèse d'un *Symplocos* : en effet, dans ce cas, les pores se trouveraient à la base et non au sommet.

Sa comparaison avec de nombreuses espèces de *Symplocos* me fait croire que le fossile doit être inscrit dans ce genre. Nous pouvons y trouver tous ses caractères. Sous un rapport seulement, il paraît constituer une exception : il est, en effet, plus ovoïde que tous les organes correspondants de *Symplocos* que j'ai examinés. Mais il ne s'agit là que d'une question de degré, et les endocarpes de *Symplocos* varient beaucoup, de la forme ovale à la forme légèrement obovée (*S. macrostachys*) en passant par la forme oblongue. Les pores apicaux et la structure des loges concordent parfaitement avec ce qu'on voit dans ce genre, où beaucoup d'espèces ont aussi d'épais téguments résineux.

SYMPLOCOS MICROCARPA n. sp.

PL. IV, FIG. 9.

Endocarpium parvum, subcylindricum, parum curvatum, conspicue longitudinaliter 8-costatum, apice truncatum, cicatrice stylari cellulis tenuibus expleta; parietes crassiusculi; integumentum exterius nitidum, resinosum.

Endocarpe subcylindrique, légèrement courbe, arrondi vers le bas, tronqué au sommet, montrant huit côtes nettes, irrégulières et longitudinales ; sommet tronqué, avec une surface centrale déprimée et remplie de tissu lâche mais montrant des indices de loges, entourée par le bord épaissi et roulé à l'intérieur, de l'endocarpe ; cicatrice d'attache basale, petite, ronde, enfoncée entre les extrémités des côtes. Les cloisons paraissent épaisses. Au sommet, trace de deux téguments, l'externe résineux.

Longueur, 3,9 mm. ; largeur, 2,2 mm.

Cet endocarpe correspond, comme taille, avec ceux de beaucoup d'espèces de *Symplocos* et chez beaucoup on retrouve sa courbure et la même costulation. Aussi ai-je rattaché le fossile en question au genre *Symplocos*¹.

BORAGINACEÆ : LITHOSPERMUM sp.

PL. IV, FIG. 11.

Nucule à quatre faces, subpyramidale, anguleuse à la face ventrale, convexe à la face dorsale, les faces latérales planes, les angles latéraux arrondis, la base plane; attache grande, plane, basale, circulaire, entourée d'un épaississement annulaire; cloisons épaisses, formées de plusieurs couches de petites cellules à parois latérales épaisses et à parois transversales minces. Surface finement chagrinée; grosse graine remplissant la cavité; testa rugueux.

Longueur, 2,5 mm.; largeur, 2 mm.

Deux nucules, toutes deux très écrasées et une brisée. Par leur taille et leur forme, l'aspect de la grande cicatrice circulaire d'insertion, leurs bords épaissis, elles ressemblent à celles des espèces de *Lithospermum* dépourvues de tubercules et de sillons, telles que le *L. olæfolium* et le *L. prostratum*, l'un des Pyrénées, l'autre de l'Europe méridionale. Mais les fossiles n'appartiennent à aucune de ces espèces. Leurs cloisons sont plus épaisses et la surface, quoique mal conservée, paraît avoir été plus rugueuse et plus terne. Les organes du Pont-de-Gail semblent bien d'ailleurs représenter une espèce de la famille des Boragiacees et, en dehors du genre *Lithospermum*, je n'ai rien trouvé dans cette famille qui en reproduise les caractères. Les nucules sont si écrasées et leur surface est si mal conservée qu'il est impossible d'en donner une description spécifique.

M. Marty signale le genre *Lithospermum* du Pliocène inférieur de Niac.

LABIATEÆ : LYCOPUS ANTIQUUS n. sp.

PL. IV, FIG. 12 a, 12 b.

Nucula ambitu rotundata, lenticularis, facie dorsali centro depressa et late marginata, ventrali rotundato-angulari margine lato crasso spongioso parum crenulato nuculam interiorem cingente, marginis lateralibus basi conventis sed haut conjunctis.

Nucule arrondie, renflée; face ventrale arrondie-anguleuse, montrant une nucule interne, entourée par les bras d'une marge épaisse

1. Depuis que ces lignes ont été écrites, j'ai trouvé un second endocarpe de *S. microcarpa* dans un lot d'argile du Pont-de-Gail récemment reçu. Brisé en travers cet exemplaire montre nettement les trois loges caractéristiques du genre *Symplocos*. Par résorption des cloisons, les loges sont, dans quelques espèces, réduites à deux et même à une.

et spongieuse ; ces bras se rejoignent à la base, mais sans être coalescents ; face dorsale presque entièrement convexe, mais aplatie au-dessus d'une aire centrale. La marge convexe correspond à la marge spongieuse et l'aire aplatie à l'emplacement de la nucule interne ; la marge est cannelée et noduleuse aux bords ; à la face ventrale, elle est nettement distincte et à la base elle n'est pas adhérente à la nucule interne ; à la face dorsale elle ne s'individualise pas clairement en tant que marge séparée ; péricarpe formé de grandes cellules rondes ou hexagonales, rude ; nucule interne lisse et brillante ; attache basale.

Longueur, 1,3 mm. ; largeur, 1,2 mm.

La structure de cette nucule montre qu'elle appartient au genre *Lycopus*, mais sans être rattachable à aucune espèce vivante.

Dans toutes les espèces vivantes, les bras de la marge spongieuse sont de longueur égale à celle de la nucule et s'arrêtent au contact de ses côtés, sans l'envelopper, comme dans le fossile. Cependant, il y a de grandes variations dans la taille, la forme et les caractères de la marge parmi les types actuels, et même parmi les individus d'une même espèce. Les nucules de presque tous les spécimens européens de *L. europæus* présentent une marge lisse et bien marquée ; mais, dans quelques échantillons de cette espèce provenant de l'Europe centrale, et dans beaucoup de ceux du Japon, j'ai constaté chez cette marge une tendance à devenir cannelée et noduleuse au sommet, cette tendance encore plus accentuée chez certaines espèces américaines. La très petite nucule du *L. virginicus* présente une marge très irrégulière, non cannelée, mais dentée. Sous d'autres rapports, en particulier par l'épaisseur du péricarpe et du mésocarpe au-dessus du centre de l'aire dorsale, qui rend malaisée la distinction entre la marge et la nucule interne, le fossile diffère de la plupart des espèces vivantes.

Chez *Lycopus europæus*, la marge est en général aussi distincte à la face dorsale qu'à la face ventrale ; cependant, sur des exemplaires provenant de Yokohama (Pl. IV, fig. 14) la distinction est peu nette et ces échantillons se rapprochent du fossile. Ce manque de netteté existe aussi chez les espèces américaines.

Il est important de noter que ces deux caractères du fossile, aspect cannelé de la marge et difficulté de distinguer la présence de la nucule interne à la face dorsale, se retrouvent plus accentués dans les espèces ou les formes japonaises ou américaines que dans celles d'Europe.

J'ai figuré à titre d'élément de comparaison un spécimen de *Lycopus europæus* provenant de Yokohama (Pl. IV, fig. 13, 14). Ce fait concorde avec ce qui a été observé dans la flore du Reuvérien où l'on constate que souvent (*Pterocarya*, *Styrax*, *Betulus*, *Rubus*, *Cornus*, *Clematis*, *Eupatorium*, etc.) quand un genre est représenté au Japon, en Chine ou dans l'Amérique du Nord d'une part, et en Europe de l'autre, ce sont non les types européens, mais les types japonais, chinois, nord-américains que l'on y retrouve à l'état fossile. *Lycopus europæus* est signalé du Reuvérien et du Téglien.

LYCOPUS ANTIQUUS n. sp. ?

PL. IV, FIG. 15, 16.

Endocarpe obové, dur ; face dorsale(?) concave au centre mais convexe sur le bord, insertion basale, laissant une cicatrice béante ; surface formée de petites cellules closes, brillantes portant l'impression d'un tégument plus externe à grandes cellules, dépassant vers le haut et dessinant une striation longitudinale vers le bas ; cloisons épaisses, composées de cellules en colonnes appliquées étroitement les unes contre les autres et s'épaississant vers le sommet ; cavité de la nucule striée longitudinalement.

Longueur, 1,1 mm. ; largeur, 0,7 mm.

Quatre demi-nucules, toutes brisées de la même façon, par une fente irrégulière le long de la marge, dans toutes quatre la même face (dorsale ?) conservée. Ces nucules ont une taille qui correspond exactement à celle de l'endocarpe du *L. antiquus* ; la surface présente la même texture dense, dure et brillante, bien que l'on ne puisse dire si cette concordance s'étend à la structure cellulaire, l'endocarpe du *L. antiquus* n'étant pas assez mis en évidence pour permettre la comparaison. La forme obovée de la nucule est très voisine de celle du *L. europæus* et d'autres graines qui n'ont pas la dépression centrale qu'on retrouve d'ailleurs chez *L. europæus*. Les nucules fossiles diffèrent de cette dernière espèce et d'autres espèces vivantes par le fait qu'elles semblent montrer une attache basale, alors que les autres espèces de *Lycopus* ont des graines à attache basi-ventrale. Mais, par ce caractère encore, les fossiles en question concordent avec *L. antiquus*. Il est probable que ces nucules sont les nucules brisées et internes du *L. antiquus*, dépouillées de leur rebord spongieux. La plupart du temps, les nucules de *Lycopus*, lorsqu'on les trouve à l'état fossile, ont perdu leur rebord, totalement ou en partie. Actuellement nous n'avons pas les échantillons nécessaires pour décider si la suggestion proposée est exacte, car nous ne connaissons pas la face ventrale des nucules et parce que nous ne possédons aucune de celles-ci présentant à la fois une partie encore adhérente et une partie enlevée du rebord marginal. La solution du problème doit donc être remise à plus ample informé.

LABIATEÆ (STACHIOIDEÆ) g. ? sp.

PL. IV, FIG. 17.

Nucule obovée, légèrement convexe au dos, face ventrale présentant un angle mousse, attache basi-ventrale ; surface lisse, recouverte de petites cellules irrégulières dont les parois font une saillie presque imperceptible.

Longueur, 1,2 mm. ; largeur, 0,8 mm.

Cette nucule, par ses caractères, rappelle les graines de la section

Stachoidæ de la famille des Labiées ; mais ceux-ci restent trop imprécis pour qu'on puisse proposer le classement du fossile dans aucun genre défini.

SOLANACEÆ : *SOLANUM DULCAMARA* LINN. ?

PL. IV, FIG. 18.

Un petit fragment du bord d'une mince graine plane et arrondie montre des cellules profondes à parois crénelées, caractéristiques des Solanées. A un bout du fragment, les cellules sont presque isodiamétrales, à l'autre, elles s'allongent normalement à la courbure du bord. La dimension, la forme de cette graine, sa structure cellulaire concordent avec les graines plates de *Solanum dulcamara*, dont les cellules à parois crénelées sont isodiamétrales au milieu de l'organe, mais s'allongent vers le hile comme c'est le cas chez le fossile.

Le genre *Solanum* s'est montré dans toutes les flores de graines pliocènes que j'ai examinées, bien que les individus recueillis soient généralement en petit nombre. *S. dulcamara* a été trouvé dans le Téglien (Pliocène supérieur).

SCROPHULARIACEÆ : *VERONICA* sp. ?

Minuscule graine lenticulaire, à base stipitée et émarginée ; surface rude, grossièrement variolée et striée.

Cette graine ressemble à celles de certaines espèces de *Veronica*, particulièrement de *V. urticæfolia*, qui en possède de la même forme, stipitées et émarginées à la base, avec ornements du même genre. Le spécimen du Pont-de-Gail est fâcheusement brisé à la face ventrale (?), l'embryon faisant saillie.

CAPRIFOLIACEÆ : *SAMBUCUS PULCHELLA* REID

PL. IV, FIG. 19.

Graines ovales, aplaties, avec des sillons irréguliers et transverses ; micropyle grand, subapical.

Longueur, 2 à 2,1 mm. ; largeur, 1,3 mm.

Trois graines concordent à tous égards avec le *Sambucus pulchella* (Pl. IV, fig. 20) du Reuvérien, figuré et décrit dans nos *Flores pliocènes*, 1915 (p. 135, pl. xvii, fig. 7-10).

Cette espèce se rapproche, par sa taille, de certaines espèces à petites graines du nord de l'Amérique, de la Chine, du Japon, de Java, mais en diffère par des rugosités plus denses.

On signale le genre *Sambucus* de l'ambre de la Baltique et du Miocène de Rott.

CUCURBITACEÆ : TRICHOSANTHES FRAGILIS n. sp.

PL. IV, FIG. 22 a, 22 b.

Semen ovale, compressum, anatropum, margine elevato incrassato crasse radiatim striato, fere $1/4$ seminis latitudinis regionem centram abovatam cingente, intra tenuiter et æqualiter foveatum, margine lato tenuiter radiatim costatum.

Graine ovale, plate, anatrope, hile et micropyle contigus, situés à la base, surface externe rude avec, au centre, une aire déprimée correspondant à la cavité de la graine et séparée par une rainure d'une marge large, épaissie et radialement striée, dont la largeur égale presque le quart de celle de la graine et qui prend la forme d'un boudin vers la base ; à l'intérieur existe une large et peu profonde cavité séminale, élégamment et également variolée, avec une marge étroite, finement cannelée ; cloisons de l'aire centrale minces et fragiles.

Longueur, 8,4 mm. ; largeur (pas tout à fait complète), 5 mm.

La forme générale et les caractères de cette grosse graine sont semblables à ceux d'un grand nombre d'espèces de Cucurbitacées. Le tégument rude, l'épaisse et large marge, striée à la face externe et cannelée à la face interne se rapprochent particulièrement de ce que l'on observe dans les graines de *Trichosanthes*, genre dont la distribution géographique va du Japon et de la Chine à l'Australie.

On ne constate pas, chez les espèces actuelles, l'aire centrale déprimée qui existe dans le fossile ; chez ces espèces, les graines sont renflées sur les deux faces ; mais la dépression dont il s'agit provient sans doute du fait que la graine du Pont-de-Gail a été comprimée en se fossilisant. Je n'ai pu examiner un très grand nombre de graines de *Trichosanthes* ni en découvrir aucune qui concorde exactement avec le fossile. *T. palmata* ROXB. est presque de la même dimension et présente la même forme régulière ; mais sa marge est moins épaisse. La graine de *T. japonica* (Pl. IV, 21 a, 21 b) est plus grande, lourde, et moins régulière de forme. Bien que j'aie relativement peu de termes de comparaison, je crois préférable de donner à ce fossile si caractérisé un nom spécifique nouveau. C'est pourquoi je lui ai imposé celui de *T. fragilis* qui rend compte de la nature extrêmement fragile de son testa.

Le genre *Trichosanthes* n'avait pas, jusqu'ici, été trouvé à l'état fossile, mais beaucoup de Cucurbitacées de genre inconnu sont signalés de la base de l'Éocène et du Miocène. On les a rapportés au genre paléontologique *Cucumites*.

Famille?, DICLIDOCARYA n. g.

PL. IV, FIG. 23, 24, 25.

Il a été découvert, dans les gisements hollandais de Tegelen et de Reuver, et dans le gisement belge de Raevens, une forme jusque là

inconnue qui, dans nos *Flores fossiles de la frontière prusso-hollandaise*, a été décrite et figurée sous le nom de *Stockia* (?). Parmi les échantillons du Pont-de-Gail, j'ai trouvé une forme, abondamment représentée, qui se rattache nettement au même genre tout en n'appartenant pas à la même espèce.

J'ignore à quel genre et à quelle famille vivante ce fossile appartient, bien que j'aie la certitude qu'il ne s'agit là ni d'un *Stockia* ni probablement d'aucun genre de Sapnidacée. Par sa forme générale, la valve destinée à donner passage au germe est similaire à celle qu'on observe chez certaines Sapnidacées. Mais, tandis que cette valve, chez les Sapnidacées, est convexe, elle est concave chez *Diclidocarya*. La nucule n'a pas la forme régulièrement globuleuse qu'on observe chez les *Stockia* et les valves sont plus épaisses et d'un aspect différent.

Le fait que le fossile en question ait été rencontré à une époque aussi récente que le Téglien (Pliocène supérieur) indique que le genre auquel il appartient doit être encore vivant. Mais jusqu'ici je ne puis indiquer sa place taxinomique. Je crois donc préférable de réunir les deux espèces en un genre nouveau en attendant que cette place taxinomique puisse être découverte.

Nuculæ parvæ, subglobosæ vel subpyramidales, campylotropæ, parte inter germinandum valvatim delapsa ventrali obovata apice micropylæ affini; parietes indurati, crassi, cellulis aeriferis in pariete dorsali; integumenta tria; seminis locus haut altus.

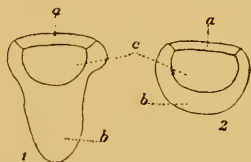


FIG. 1. — COUPE EN TRAVERS DE *Diclidocarya*.

1, *D. gibbosa*; 2, *D. globosa*; a, valve de germination; b, cloison dorsale épaissie; c, cavité.

Nucules petites, tantôt subglobuleuses, comme dans l'espèce hollandaise, tantôt subpyramidales, comme dans l'espèce française, planes ou concaves à la face ventrale, avec protubérance dorsale constituée par un groupe de cellules aérifères; la surface ventrale montre une grande valve obovale destinée à donner passage au germe, laquelle valve a son sommet au micropyle, lui-même adjacent à la cicatrice d'insertion, la graine étant campylodrome; cicatrice d'insertion arrondie et généralement obturée par un tampon de tissu mou, la germination se produisant, selon toute apparence, par la voie qu'occupe ce tampon, qui, en gonflant, force la valve à s'ouvrir comme un couvercle. Cavité de la graine peu profonde. Cloisons dures et épaisses, la dorsale surtout, laquelle est fortement épaissie, de façon à former une protubérance. Cloisons composées de trois téguments, un externe, mince, noir et brillant, un médian, épais, brun et dur, portant, à la face dor-

sale, un groupe de cellules aérifères, encloses dans son épaisseur, entre la couche interne et dure et la couche externe du tégument ; enfin, un tégument interne, très mince.

Il est possible que les cellules aérifères fassent partie d'un tégument spécial ; dans ce cas, le mince tégument interne représente probablement le testa, le tégument externe constituant le carpelle.

L'existence de cellules aérifères dans la protubérance dorsale semble indiquer que cette protubérance devait jouer le rôle de flotteur. Rapproché du fait que les espèces en question ont toujours été, toutes deux, rencontrées associées à de nombreuses plantes vivant dans l'eau, ce caractère dénote qu'il s'agit probablement d'un genre aquatique. C'est ainsi que, à Tegelen, les graines de *Najas major*, de *Najas minor* et de *Potamogeton* abondent, ainsi que celles de beaucoup de Nymphéacées ; à Raevens, la seule autre espèce aquatique découverte est un *Alisma*. Au Pont-de-Gail, où *D. gibbosa* se montre la forme dominante, celles qui, numériquement parlant la suivent de plus près, sont des espèces éteintes des genres *Sparganium* et *Stratiotes*.

Deux espèces connues.

DICLIDOCARYA GIBBOSA n. sp.

PL. IV, FIG. 23, 25.

Nucula pyramidalis, facie ventrali complanata, dorsali gibbosa, faciebus dorsali-lateralibus vulgo concava ; gibbus dorsalis e cellulis aeriferis constitutus.

Nucule irrégulièrement pyramidale, aplatie à la face ventrale, bossue à la face dorsale, faces dorso-latérales généralement concaves, Omphalium d'attache grand, tantôt béant, tantôt rempli par un tampon de tissu mou ; valve de germination occupant en entier la face ventrale. Cavité de la graine peu profonde. Tégument externe de la cloison noir et luisant, formé de grandes cellules à minces parois latérales ; tégument médian épais et dur, composé de très petites cellules brunes, la partie centrale étant occupée par des cellules aérifères ; tégument interne mince, d'un brun doré, strié longitudinalement.

Longueur, de 1,2 à 1,4 mm. ; largeur, de 1,2 à 1,4 mm.

Cette nucule est très abondante dans le gisement du Pont-de-Gail. Sa forme est très variable, ce qui permet de supposer que les graines étaient serrées les unes contre les autres et déformées par pression mutuelle.

* *INCERTÆ SEDIS : Carpolithes* sp. 1. — PL. IV, FIG. 27 a, 27 b. — Deux objets en forme d'assiette, avec très épaisses bases en forme de coussins et minces bords redressés (brisés). Le dessus de la base est plat et rude, comme s'il avait été appliqué à la surface plane d'une feuille ou d'un rameau. Le dessus laisse voir à sa surface environ 25 petites dépressions en fossettes.

Ces objets montrent dans toutes leurs parties un tissu uniforme et

dense. On n'y voit pas trace de faisceaux fibro-vasculaires. J'ignore s'il s'agit de débris de fruits ou peut-être de gales.

Diamètre (brisé), 5 mm.

Carpolithes sp. 2. — Graine, ou akène, brisée.

Fragment d'une grande graine ou d'un akène, tuberculé, à cloisons épaisses. Cicatrice d'insertion ou (style ?) sublatérale. La forme et la glyptique de cette graine font songer à *Stratiotes*. Mais je n'ai pas vu de *Stratiotes* présentant ce genre de pédoncule ou d'expansion. De plus, bien que rompu le long de la marge, cet objet ne montre pas la déhiscence symétrique qu'on observe chez *Stratiotes*.

Carpolithes sp. 3. — Carpelle ?

Par sa forme, cet objet ressemble à un endocarpe de *Cotoneaster* et indique qu'il faisait partie d'un groupe de cinq carpelles. Sa surface lisse, finement granulée fait penser à l'enveloppe d'un organe complet. Mais, bien qu'il soit brisé, je n'ai pu y découvrir aucune cavité et je doute qu'on puisse en donner une interprétation rationnelle.

Longueur, 2,4 mm. ; largeur, 1,1 mm.

Carpolithes sp. 4. — Graine ovale, mucronée, lenticulaire, lisse ; hile basal ; micropyle apical.

Longueur, 1,6 mm. ; largeur, 0,8 mm.

Cette graine ne montrant rien de caractéristique, je ne puis dire à quel genre elle appartient.

Carpolithes sp. 5. — Deux petites nucules ou graines primitivement globuleuses, mais aplaties par la compression, pointues à la base (à moins que ce ne soit le sommet), à cloisons minces ; surface formée d'admirables cellules hexagonales, allongées transversalement et d'autant plus qu'elles sont situées plus loin de la base et plus près du sommet. Un mince tégument externe, en grande partie détruit, se montre par places. Petite cicatrice d'insertion à la base.

Diamètre des nucules, 7 mm. \times 8 mm.

Deux nucules, dont l'une affaissée sur elle-même, chiffonnée, l'autre encore en partie renflée. Si l'on ne tenait pas compte de leur inégal état de conservation, ces deux nucules paraîtraient de forme différente. Mais leur identité spécifique découle de celle de leur structure cellulaire.

Carpolithes sp. 6. — Carpelle ovale, plat (?) ; face dorsale irrégulièrement et longitudinalement plissée ; face ventrale brisée ; surface rude ; intérieur montrant d'étroites cellules allongées transversalement ; graine semi-anatrophe.

Longueur, 2,3 mm. ; largeur, 1,2 mm.

Ce carpelle ressemble à de petits endocarpes de *Cralægus*, mais la structure interne ne concorde pas avec ceux qu'on observe dans ce genre.

Carpolithes sp. 7. — Fragment d'un grand endocarpe ou fruit, à cloisons épaisses et très rugueux, mais trop détérioré pour prêter à description.

Carpolithes sp. 8. — Pl. IV, FIG. 26 a, 26 b, 26 c. — Endocarpe (?) rond, un peu aplati (par compression ?) rude, couvert de grands tubercules plats, à cloisons très épaisses, stipité, style détruit; uniloculaire (par suppression de la seconde loge ?); sortie du germe par une grande valve circulaire ou ovale (cette valve elle-même faisant défaut) et par déhiscence latérale; graine suspendue près du style.

Longueur, 3,4 mm.

Cet endocarpe, très dur, a germé et s'est fendu latéralement sous forme de valves. Ce mode de germination semble indiquer qu'il existait une sorte de valve destinée à cette fonction et qui était en relation avec le hile et avec une petite cavité qui paraît avoir été séparée par une cloison de la cavité principale, visible à la figure 26 a. Cette structure dénote qu'il est possible d'interpréter cet échantillon comme un endocarpe biloculaire, l'une des loges avortant et se transformant en une valve de germination. Je ne puis proposer à son égard aucune position taxinomique. Par certains caractères, il rappelle les *Cornus* et les *Grewia*, mais dans aucun de ces deux genres on ne retrouve un mode de germination analogue à celui que nous venons de constater.

BIBLIOGRAPHIE

- BOULAY (Abbé). Flore pliocène du Mont-Dore (Puy-de-Dôme). Savy, Paris, 1892.
- BOULE (M.). Description géologique du Velay. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, (4), n° 28, 1892-1893.
- Le Cantal miocène. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. VIII, n° 54, 1896-1897.
- Géologie des environs d'Aurillac et observations nouvelles sur le Cantal. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. XI, n° 76, 1899-1900.
- Les volcans de la France centrale. *Livret-guide VIII^e Congrès géol. intern.*, Paris, 1900.
- DOLLFUS (G.-F.) et P. MARTY. Découverte d'un gisement fossilifère dans le Cantal. *C.R.Ac.Sc.*, t. 167, p. 534, 7 octobre 1918.
- FRIEDRICH (P.). Atlas von einunddreissig Fichtdrucktafeln zu der Abhandlung: Beiträge zur Kenntniss der Tertiärflora der Provinz Sachsen. 1 vol. fol. Neumann, Berlin, s. d.
- GRAY (Asa). Diagnostic Characters of New Species of Phanerogamous Plants, collected in Japan. With Observations on the Relations of the Japanese Flora to that of North America, and of other Parts of the Northern Temperate Zone. *Mem. Amer. Ac. Arts and Sc.*, vol. VI, new serv., pp. 377-449.
- HEER (O.). Flora Tertiaria Helvetiæ (Die tertiäre Flora der Schweiz). 3 vol. fol., Winterthur, 1854-1859.
- HEER (O.) et C.-T. GAUDIN. Recherches sur le climat et la végétation du Pays tertiaire. 1 vol., Winterthur, 1861.
- LAUBY (Ant.). Recherches paléobotaniques sur le Massif Central. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, vol. XX, 398 p., 15 pl., 53 fig.
- Découverte de plantes fossiles dans les terrains volcaniques de l'Aubrac (Miocène).
- LAURENT (L.). Flore plaisancienne des argiles cinéritiques de Niac (Cantal)

avec une introduction géologique par P. MARTY. *Ann. Musée H. n. Marseille géol.*, vol. XII, p. 1-88, 1908.

LAURENT. Un *Menispermum* nouveau (*M. europæum*) dans les schistes de Menal (Puy-de-Dôme). *Ann. Fac. Sc. Marseille*, vol. XVIII, fasc. V, p. 103-106, 1909.

— Flore pliocène des cinérites du Pas-de-la-Mougudo et de Saint-Vincent-la-Sabie, avec une introduction géologique et paléontologique par M. P. Marty. *Ann. Mus. H. n. Marseille Géologie*, t. IX, 1904-1905.

— Note à propos d'un nouveau gisement pliocène de plantes fossiles du département de l'Ain. *Assoc. fr. av. Sc.*, 40^e sess., vol. II, p. 293-297, 1911.

MARTY (P.). The Plant-Bed of the Pass of la Mougudo (near Vic-sur-Cère, Cantal). *Geologists' Assoc.*, vol. XVII, part 6, London, 1902.

— Flore miocène de Joursac (Cantal). Paris, Baillière, 1903.

— Un nouvel horizon paléontologique du Cantal. In-8, Aurillac, Bancharrel, 1904.

— Végétaux fossiles des cinérites pliocènes de Las Clausades (Cantal). In-8, Aurillac, Bancharrel, 1905.

— Sur la flore fossile de Lugarde (Cantal). *C.R.Ac.Sc.*, CXLVII, p. 395, 396, Paris.

— Liste complémentaire provisoire des espèces végétales de Joursac (gisement miocène). *Ann. Musée H. n. Marseille Géol.*, vol. XII, p. 77, 1908.

— Sur l'âge des basaltes des environs de Massiac (Cantal). *C. R. Ac. Sc.*, 7 sept. 1908.

— Nouvelles observations sur la flore fossile du Cantal. *C.R.Ac.Sc.*, CLI, p. 244-246, Paris, 1910.

— Florule miocène et géologie des environs de Lugarde (Cantal). In-8, Aurillac, Bancharrel, 1912.

MICHEL-LÉVY et MUNIER-CHALMAS. Étude sur les environs d'Issoire. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), t. XVII, n^o 3, 1889.

PENGELLY (W.) and O. HEER. On the lignitic Formation of Bovey Tracey, Devonshire, *Phil. Trans. Part II*, London, 1862.

RAMES (I.-B.). Compte rendu de la réunion extraordinaire de la Soc. géol. de France à Aurillac. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), t. XII, 1884.

REID (C.) et E. M. The fossil Flora of Tegelen-sur-Meuse near Venloo in the Province of Limbourg. *Verhand kon Akad. v. Wetensch. (Tweede Sectie)*. Deel XIII, n^o 6. — et in *Proceedings Acad. Amsterdam*, vol. X, p. 860, 1907.

— On *Dulichium vespiforme* sp. nov. from the brik-earth of Tegelen. *Verslag. Kon. Akad. v. Wetensch. te Amsterdam*, p. 898, 1908.

— Les éléments botaniques de la détermination de l'âge des argiles à briques de Tegelen, Reuver, Ryckevorsel et Raevens. *Bull. Soc. belge géol.*, t. XXI. Mémoires, p. 583-590.

— On the Pre-Glacial Flora of Britain. *Journ. Linn. Soc. Botany*, vol. XXXVIII, p. 206-227, 1908.

— A further investigation of the pliocene flora of Tegelen. *Verslag. Kon. Akad. v. Wetensch. te Amesterdam*, p. 192-199, 190.

— Preliminary note on the Fossil Plants from Reuver, Brunssum and Swalmen. *Tijdschrift. Kon. Nederlandsj. Aardrijkskundig Genootschap* (2), ser. DI. XXVIII, Af. 4, p. 645-647, 1911.

- REID (C.) The Pliocene Floras of the Dutch-Prussian Border. *Meded. v. Rijksopsporing van Delfstoffen*, n° 6. The Hague, 1915.
- SAPORTA (G. de). Études sur la végétation du Sud-Est de la France. *Ann. Sc. Nat.*, 1861-1873.
- Forêts ensevelies sous les cendres éruptives de l'ancien volcan du Cantal, observées par M. B. Rames et conséquences de cette découverte pour la végétation dans le centre de la France à l'époque pliocène. *C. R. Ac. Sc.*, t. LXXVI, Paris, 1873.
- Sur les caractères propres à la végétation pliocène, à propos des découvertes de M. B. Rames dans le Cantal. *Bull. Soc. géol. F.*, 17 février 1873.
- Revue des travaux de paléontologie végétales parus en France de 1889 à 1892. *Ibid.*, 1893.
- SAPORTA (G. de) et MARION. Recherches sur les végétaux fossiles de Meximieux. *Archives du Muséum de Lyon*, 1876.
- WILSON (S. H.). A naturalist in Western China, with an introduction by G. S. Sargent, 2 vol. in-8, London, 1914.
- ZEILLER (R.). Éléments de Paléobotanique, Paris, 1900.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE III.

- FIG. 1, 2. — **Sparganium ovale**, endocarpe montrant les variations de la forme, 6/1, Pont-de-Gail.
3. — **Potamogeton** *sp.* 2, endocarpe, 12/1, Pont-de-Gail.
4. — — — *sp.* 3, endocarpe, 12/1, Pont-de-Gail.
5. — **Potamogetonaceæ**, *g.* ? fruit, 12/1, Pont-de-Gail.
6. — **Stratiotes tuberculatus**, graine, face externe, 6/1, Pont-de-Gail.
7. — — — graine anormale, 6/3, Pont-de-Gail.
8. — — — **kaltennordheimensis** ZENKER. graine, face externe, 6/1, Bovey Tracey.
9. — — — — — graine, face interne, 6/1, Bovey Tracey.
10. — — — **tuberculatus**, graine, face interne, 6/1, Pont-de-Gail.
11. — **Scirpus (Isolepis)** *sp.*, nucule, 12/1, Pont-de-Gail.
12. — **Carex** *sp.* 3, nucule, 12/1, Pont-de-Gail.
13. — **Epipremnum crassum** REID, endocarpe, base, 6/1, Pont-de-Gail.
14. — — — — — endocarpe, base, 6/1, Reuver.
15. — — — — — endocarpe, 6/1, Pont-de-Gail.
16. — — — — — endocarpe, 6/1, Reuver.
17. — **Carpinus** *sp.*, nucule, *a*, face interne ; *b*, face externe, 6/1, Pont-de-Gail.
18. — **Polygonum convolvulus**, fruit, 6/1, actuel.
19. — — — fruit, 6/1, Pont-de-Gail.
20. — **Fagopyrum esculentum** MÜNCH, fruit, 6/1, actuel, Sibérie.
21. — — — **pliocenicum**, fruit, 6/1, Pont-de-Gail.
22. — **Ranunculus gailensis**, akène, 12/1, Pont-de-Gail.
23. — — — *sp.*, akène, 12/1, Pont-de-Gail.
- 24, 25. — **Menispermum cantalense**, endocarpe, 6/1, Pont-de-Gail.
26. — — — **diversifolium** var. **molle**, Gagnap, endocarpe, actuel.
27. — **Polanisia rugosa**, graine, 6/1, Pont-de-Gail.
28. — — — **simplicifolia**, graine, 6/1, Madras.

29. — **Leguminosa**, *g.*? graine, 29 *a*, vue de côté, 29 *b*, vue par sa face ventrale, 4/1, Pont-de-Gail.
 30. — **Vitis lanata** Roxb., graine avortée, 6/1, Pont-de-Gail.
 31. — — — graine, face dorsale, 6/1, Himalaya.
 32. — — — graine, face dorsale, 6/1, Pont-de-Gail.
 33. — — — graine, face ventrale, 6/1, Pont-de-Gail.
 34. — — — graine, face ventrale, 6/1, Himalaya.
 35. — **Œnanthe** *sp.*, méricarpe, face ventrale, 12/1, Pont-de-Gail.

PLANCHE IV.

- FIG. 1. — **Rhamnaceæ**, *g.*? graine, 12/1, Pont-de-Gail.
 2. — **Myriophyllum cylindricum**, nucule, 12/1, Pont-de-Gail.
 3. — — — **alternifolium** D. C., nucule, 12/1, actuel.
 4. — — — **cylindricum**, nucule montrant l'embryon, 12/1, Pont-de-Gail.
 5. — **Primulaceæ**, *g.*? *sp.*, graine, face ventrale, 12/1, Pont-de-Gail.
 6. — **Corismonspelliensis**, graine, face ventrale, 12/1, actuel.
 7. — **Symplocos jugata**, endocarpe, 6/1, Pont-de-Gail.
 8. — — — **urseolata**, endocarpe, 8 *a*, vu de côté, 8 *b*, sommet, 6/1, Pont-de-Gail.
 9. — — — **microcarpa**, endocarpe, 6/1, Pont-de-Gail.
 10. — — — **glandulifera** BRAND, endocarpe, 6/1, Chine.
 11. — **Lithospermum** *sp.*, graine (placée horizontalement), 12/1, Pont-de-Gail.
 12. — **Lycopus antiquus**, fruit, 12 *a*, face ventrale, 12 *b*, face dorsale, 12/1, Pont-de-Gail.
 13. — — — **europæus**, fruit, face ventrale, Yokohama.
 14. — — — — fruit, face dorsale, Yokohama.
 15. — — — **antiquus?** nucule interne (?) face extérieure, 12/1, Pont-de-Gail.
 16. — — — — nucule interne (?) face interne, 12/1, Pont-de-Gail.
 17. — **Labiataeæ**, *g.*? nucule, face ventrale, 12/1, Pont-de-Gail.
 18. — **Solanum dulcamara** LINN., fragment de graine, 12/1, Pont-de-Gail.
 19. — **Sambucus pulchella** REID, graine, 12/1, Pont-de-Gail.
 20. — — — — graine, 12/1, Reuver.
 21. — **Trichosanthes japonica** REGER, graine, 21 *a*, face externe, 21 *b*, face interne, 4/1, actuel, Yokohama.
 22. — **Trichosanthes fragilis**, graine, 22 *a*, face externe, 22 *b*, face interne, 4/1, Pont-de-Gail.
 23. — **Diclidocarya gibbosa**, nucule, 12/1, Pont-de-Gail.
 24. — — — **globosa**, nucule, face ventrale, 12/1, Raevels.
 25. — — — **gibbosa**, nucule, valve enlevée, vue de côté, 12/1 ; Pont-de-Gail.
 26. — **Carpolithes** *sp.* 3, 26 *a*, 26 *b*, les deux moitiés de l'endocarpe, montrant l'intérieur, 12/1 ; 26 *c*, les mêmes en connexion, montrant la valve de germination, 12/1, Pont-de-Gail.
 27. — — — 1, 27 *a*, face supérieure, 27 *b*, face inférieure, 6/1, Pont-de-Gail.

Clichés de E. M. REID et D. MINN.

DIATOMÉES DU PONT-DE-GAIL,
PRÈS DE SAINT-CLÉMENT (CANTAL)

PAR M. Peragallo ¹.

PLANCHE V.

Ce dépôt se présente sous la forme d'une terre de couleur gris-foncé, friable sous les doigts, mélangée de cendres ou matières charbonneuses et contenant des débris d'animaux et de végétaux ; on n'y avait pas, jusqu'à présent, signalé la présence des Diatomées.

En l'examinant au microscope, au naturel, on n'observe, d'abord, que peu ou point de Diatomées ; l'acide azotique n'y provoque pas d'effervescence à froid, mais en chauffant une vive effervescence se produit et la matière se désagrège rapidement et complètement. Le résultat de cet opération traité par l'eau de pluie filtrée donne un liquide noirâtre très chargé qui par décantation et lévigation ne tarde pas à donner un résidu très riche en Diatomées les plus variées et propre à l'observation microscopique.

J'ai pu y observer les espèces suivantes que je classe par ordre alphabétique pour faciliter les recherches et les comparaisons.

1. *Amphora affinis* KÜTZING (*nec.* W. SMITH), r. r.
2. — *gracilis* EHRENBERG, r.
3. — *veneta* KÜTZING, r. r.
4. *Cocconeis pediculus* EHRENBERG, r.
5. — *placentula* EHRENBERG, c. c.
6. — — *f^a minor*, c.
7. — — *var. lineata* V. HEURCK, r.
8. — *Reichelii* A. SCHMIDT.
9. *Cyclotella Kützingiana* THWAITES, r. r.
10. *Cymatopleura (Martyi ? var.) Pontis Gaili n. sp.*, Pl. V, fig. 19, r. r.

Analogue au *Cymatopleura Martyi* HÉRIBAUD, 1903, p. 75, pl. X, fig. 26, c'est-à-dire ayant ses ondulations tournées vers les extrémités mais ayant des ondulations plus nombreuses, des granules carénaux plus serrés et présentant une constriction médiane.

Longueur, environ 160 μ , plus grande largeur, 47 μ , largeur à la constriction environ, 36 μ ; 3,5 à 4 granules carénaux en 10 μ .

Le *Cymatopleura Martyi* a été trouvé à Moissac et retrouvé à Sainte-Anastasia (Miocène supérieur).

1. Note présentée à la séance du 7 juin 1920 (C. R. somm., 1920, p. 111).

11. *Cymatopleura Solea* W. SMITH, r. r.
 12. *Cymbella arverna* n. sp., Pl. V, fig. 3, c.

Assez fortement arqué, à ventre légèrement gibbeux, à extrémités souvent prolongées; raphé régulièrement arqué à extrémités récurvées; aires axiales très étroites, centrale nulle du côté dorsal et sinueuse du côté ventral, les stries médianes prolongées presque jusqu'au nodule central.

Longueur, 40-50 μ ; 8 stries au milieu du bord dorsal, 10 au milieu du bord ventral plus serrées aux extrémités.

13. *Cymbella aspera* EHRENBERG, a. c.
 14. — *cuspidata* KÜTZING, r.
 15. — *Ehrenbergii* KÜTZING f^a minor, r.
 16. — *elegans* n. sp., Pl. V, fig. 2, a. c.

Diffère d'une petite forme du *Cymbella lanceolata* KIRCHNER par ses areas plus prononcés et en ce que la strie médiane du côté dorsal est raccourcie, n'arrive pas jusqu'à l'area central et est entourée par ses deux voisines ce qui produit alors le rayonnement des stries suivantes.

Longueur, 70-80 μ ; 9 stries en 10 μ au milieu du côté dorsal, 10 au milieu du côté ventral, plus serrées aux extrémités.

17. *Cymbella gastroides* KÜTZING, c.
 18. — *Laubyi* HÉRIBAUD et M. PER., a. c.

Cette espèce trouvée d'abord dans le dépôt de Joursac (Miocène supérieur) a été observée ultérieurement à Moissac et au Trou de l'Enfer (Mioc. sup.) et à La Garde (Pliocène inférieur d'après Lauby mais Miocène supérieur d'après Héribaude).

19. *Cymbella leptoceras* RABENHORST f^a curta obtusa.
 20. — *robusta* n. sp., Pl. V, fig. 1, a. c.

Espèce petite mais robuste; raphé régulièrement arqué à pores droits, non récurvé aux extrémités, à nodule central robuste; aires axiales développées non particulièrement élargies autour du nodule médian; stries très robustes légèrement et uniformément radiantes.

Longueur, 35-40 μ ; 7,5 stries en 10 μ au milieu de la face dorsale, 9 au milieu de la face ventrale plus serrées aux extrémités.

21. *Cymbella turgida* ? PANTOCSECK.

Trouvée par Pantocseck dans le dépôt de Borg (Hongrie).

22. *Cymbella turgidula* GRÜNOW.

Les *Cymbella robusta*, *turgida* et *turgidula* sont intimement liées et passent de l'une à l'autre.

23. *Diatoma grande* W. SMITH var. *lineare* MEISTER, r.
 24. — *vulgare* Bory-de-Saint-Vincent, a. c.
 25. *Epithemia cantalica* n. sp., Pl. V, fig. 15, c. c.

Espèce intermédiaire entre l'*Epithemia Hyndmannyi* W. SMITH et l'*Epithemia turgida* KÜTZING, moins arqué et plus étroit que le premier, il l'est plus que le second ; la structure, également, est intermédiaire entre les deux.

La forme est légèrement arquée, les extrémités largement arrondies et quelquefois très légèrement récurvées vers le côté dorsal ; la partie médiane n'est pas beaucoup plus large que les extrémités et quelquefois même la forme est presque bacillaire, courbe.

Longueur, 50 à 150 μ ; 7 à 8 lignes de granules, 3 à 3 1/2 côtes en 10 μ .

26. *Epithemia cantalica* var. *dilatata*, Pl. V, fig. 13, r.

Forme plus grande et plus courbée que le type, la face ventrale et la face dorsale présentant à leur milieu une dilatation très appréciable.

Il est probable que c'est la forme de régénération de l'espèce.

Longueur, 200 μ ; 8 lignes de granules et 3 côtes en 10 μ .

L'*Epithemia cantalica* est très variable ; par ses grandes formes il se rapproche de l'*Epithemia Hyndmanni* W. SM. et par ses petites il passe à la forme suivante.

27. *Epithemia turgida* KÜTZING f^a *crassa* M. PER. et HÉR.

Héribaud, 1893, p. 125, pl. 3, fig. 16, auquel j'assimile la forme d'A. Schmidt ; pl. 250, fig. 5, a. c.

28. *Epithemia Zebra* KÜTZING, c.

29. — — var. *elegans*, n. var., Pl. V, fig. 14.

Forme grêle faiblement arquée, à extrémités atténuées-capitées récurvées vers le bord dorsal ; côtes très irrégulières entre lesquelles sont deux, trois, et même un plus grand nombre de lignes de granules.

Longueur, 70 μ ; 12 lignes de granules et 3 à 4 côtes en 10 μ .

Diffère d'une forme très allongée de l'*Epithemia Sorex* KÜTZING par son sillon qui n'arrive qu'à peine au milieu de la valve. A. Schmidt représente (Atlas, pl. 250, fig. 7) une forme tout à fait analogue mais plus grande et de structure plus forte sous le nom d'*Epithemia turgida* var. *capitata*.

30. *Epithemia Zebra* var. *porcellus* GRÜNOW.

31. — — var. *proboscidea* GRÜNOW, r.

32. *Eunotia glacialis* MEISTER, a. c.

33. — *gracilis* RABENHOQST, a. c.

34. — — var. *capitata* M. PER. et HÉRIB.

35. — — var. *subarcuata* GRÜNOW, r.

36. — *lunaris* GRÜNOW.

37. — *major* RABENHORST.

38. — *minor* VAN HEURCK, c.

39. — *monodon* EHRENBERG, r.

40. — — var. *recta*, n. var., Pl. V, fig. 18, r.

Diffère du type par sa forme presque droite ; les extrémités sont bien celles de la figure de V. Heurck (Syn., pl. 33, fig. 3) mais la striation est moins fine et se rapproche de celle de l'*Eunotia prærupta* EHRENBURG.

Longueur 80 μ ; 7 stries en 10 μ au milieu du bord dorsal plus serrées aux extrémités.

41. *Eunotia parallela* EHRENBURG.
 42. — *pectinalis* RABENHORST, r.
 43. — — *f^a curta* VAN HEURCK, c.
 44. — — *var. stricta* RABENHORST, a. c.
 45. — *prærupta* EHRENBURG, a. r.
 46. *Fragilaria construens* GRÜNOW, r.
 47. — — *var. venter*, r.
 48. — *lenticularis n. sp.*, Pl. V, fig. 41, r.

De forme lenticulaire à extrémités pointues ; stries presque marginales, fortes, laissant au milieu de la valve un grand area de forme également lenticulaire.

Longueur, 25-30 μ ; 12 stries en 10 μ .

49. *Fragilaria nitida* M. PER. et HÉRIB., r.
 50. — *Zellerii* HÉRIB. et M. PER.
 51. — — *var. stricta, n. var.*, Pl. V, fig. 42, a. c.

Diffère du type (Héribaud, 1903, p. 26, pl. 10, fig. 9) par sa forme bacillaire étroite, à extrémités atténuées.

Longueur, 30-35 μ , largeur, 4 à 5 μ ; 11 stries en 10 μ .

Le *Fragilaria Zellerii* a été trouvé dans le dépôt de Joursac (Miocène supérieur) et retrouvé à Fontgrande (Aquitanien), Chambeuil, Andelat, Monastier et Gourgouras (Mioc. sup.), au Pessy et Ceyszac (Pliocène).

52. *Gomphonemā acuminatum* EHRENBURG, r. r.
 53. — — *var. laticeps* EH., r.
 54. — — *v. trigonocephalum* EH., a. r.
 55. — *angustatum* KÜTZING.
 56. — — *var. aperta, n. var.*, Pl. V, fig. 4, r.

Diffère du type par le grand écartement, qui atteint 4 μ , des stries médianes du côté opposé au point unilatéral.

Longueur, 30 μ .

57. *Gomphonema auritum* BRAUM, r.
 58. — *dissymmetricum n. sp.*, Pl. V, fig. 5.

Valve lancéolée, biconique, à extrémités arrondies ; aire axiale étroite, biconique, non sensiblement arrondie autour du nodule médian ; striation dissymétrique, d'un côté les stries progressivement rayonnantes sont serrées, de l'autre les stries sont plus écartées, la médiane écour-

tée est entourée par ses deux voisines qui sont ainsi rayonnantes, les autres leur sont parallèles jusqu'aux extrémités.

Longueur, 36 μ , largeur, 8 μ ; 12 stries d'un côté, 10 de l'autre, en 10 μ , au milieu de la valve, plus serrées aux extrémités.

59. *Gomphonema intricatum* KÜTZING.

60. — — *var. laticeps*, n. v., Pl. V, fig. 6.

Possède la structure de la partie centrale et la striation du type, mais en diffère en ce que la partie supérieure au lieu d'être atténuée et arrondie est droite ou même légèrement élargie et terminée par une pointe conique analogue à celle du *Gomp. acuminatum* var. *clavus*.

Longueur, 55 μ , plus grande largeur, 9 μ ; 9 stries en 10 μ près de la partie centrale.

61. *Gomphonema intricatum* var. *pumila* GRÜN., c. c.

62. — — *montanum* SCHUMANN var. *suecica* GRÜNOW, c. c.

63. — — *subclavatum* GRÜNOW.

64. — — *tenellum* KÜTZING.

65. — — *vibrio* EHRENBERG, r.

66. *Hantzschia amphioxys* GRÜNOW var. *minor*, r. r.

67. *Melosira arenaria* MOORE var. *lævis* M. PER., r.

Cette espèce se trouve dans le dépôt de Pourchères (Miocène supérieur).

68. *Melosira crenulata* KÜTZING var. *ambigua* GRÜNOW, c.

69. — — *var. tenuis* GRÜNOW.

70. — — *granulata* RALFS.

71. — — *Mauriana* HÉRIB. et M. PER.

Cette espèce a été trouvée dans le dépôt de La Garde (Miocène supérieur, Héribaude ; Pliocène inférieur, Lauby).

72. *Melosira strangulata* M. PER. et HÉRIB.

Cette espèce a été trouvée dans le dépôt d'Allanche qui d'après Lauby doit être celui de Sainte-Anastasie (Miocène supérieur); elle a été retrouvée au Saut de Jugieu (Aquitanien) et à Chambeuil et Moissac (Miocène supérieur).

73. *Melosira tenuissima* GRÜNOW.

74. *Navicula amphibola* CLEVE var. *Perrieri* M. PER. et HÉRIB.

Du dépôt du Perrier (Pliocène).

75. *Navicula amphibola* var. *major*, n. var., Pl. V, fig. 17.

Encore plus grand que la var. *Perrieri* et à stries plus écartées, tout en présentant tous les autres caractères de l'espèce; son raphé est composé et ses extrémités sont capitées.

Longueur, 78 μ ; 5 stries en 10 μ d'un côté de la valve, 6 de l'autre, dans la partie médiane, notamment plus serrées aux extrémités.

76. *Navicula amphirhynchus* EHRENBERG. a. r.

77. — — *arenaria* ? DONKIN, r. r.

Cleve fait de cette espèce d'eau salée une variété du *N* suivant.

78. *Navicula lanceolata*, espèce d'eau douce.
 79. — *bacillaris* GREG.
 80. — — *var. thermalis* GRÜNOW, r.
 81. — *bacillum* EHRENBERG.
 82. — *hicapitata* LAGERSTEDT, r.
 83. — *bisulcata* LAGERSTEDT, r.
 84. — *cincta* EHRENBERG.
 85. — *commutata* GRÜNOW.
 86. — *cymbula* DONKIN.
 87. — *elginensis* GRÉGORI, a. c.
 88. — *esox* KÜTZING, r.
 89. — — *var. recta* M. PER. et HÉRIB., r.

Variété du dépôt de Joursac (Miocène supérieur) a été trouvée également aux Rivaux-Grands (Pliocène moyen).

90. *Navicula gibbula* CLEVE *var. cantalica* HÉRIB. et M. PER.

Variété du dépôt de Moissac (Miocène supérieur).

91. *Navicula latevittata* PANTOCSECK, a. c.

Trouvée par Pantocseck dans les couches tertiaires de Bodos en Transylvanie.

92. *Navicula major* KÜTZING, r.

93. *Navicula major var. convergentissima* M. PER. et HÉRIB., a. r.

Variété du dépôt de Joursac (Miocène supérieur) se trouve également à Moissac et La Garde (Miocène supérieur).

94. *Navicula menisculus* SCHUMANN.

95. — *nobilis* KÜTZING.

96. — — *var. interrupta* PANTOCSECK.

Variété trouvée par Pantocseck dans le dépôt de Izliacs (Miocène moyen, Sarmatien).

97. *Navicula peregrina* KÜTZING *var. fossilis* M. PER. et HÉRIB.

Variété du dépôt de Neussargues (Miocène supérieur).

98. *Navicula placentula* KÜTZING.

99. — *pseudo-bacillum* GRÜNOW.

100. — *pupula* KÜTZING.

101. — — *var. major* M. PER. et HÉRIB.

Variété du dépôt d'Andelat (Miocène supérieur) se trouve également à La Garde.

102. *Navicula radians* M. PER. et HÉRIB.

Espèce du dépôt de Ceyssac (Pliocène moyen) se trouve également au lac Chambon (Pliocène inférieur):

103. *Navicula radians* var. *minor*, n. var.

N'atteint que 90 μ de longueur.

104. *Navicula triangulifera* M. PER. et HÉRIB.

Espèce de Joursac et Sainte-Anastasie (Miocène supérieur).

105. *Navicula viridis* KÜTZING.

106. *Nitzschia sigmoidea* W. SMITH, r.

107. *Rhoicosphenia curvata* GRÜNOW, r.

108. *Rhopalodia gibba* O. MÜLLER, a. c.

109. — — var. *parallela* O. M., r.

110. — — var. *ventricosa* O. M., a. c.

111. — *gibberula* O. MÜLLER, r.

112. — — var. *producta* O. M., c.

113. *Rhopalodia gibberula* var. *succincta*.

114. *Stauroneis anceps* EHRENBERG.

115. — *Dollfusi* n. sp., Pl. V, fig. 16, r.

Analogue, comme forme, au *Stauroneis amphilepta* EH. (Héribaud, 1893, p. 77, pl. 3, fig. 18), mais les deux bourrelets siliceux de l'axe de la valve sont continus d'un nodule terminal à l'autre sans s'interrompre à la partie centrale de la valve et le raphé, très fin, est placé au fond de la gouttière qu'ils constituent; la valve plus large avec des extrémités fortement atténuées; le stauros est étroit et linéaire et les stries, assez fortement inclinées, sont parallèles entre elles jusque aux extrémités de la valve, elles sont moins serrées et finement granulées.

Longueur, 100 μ ; largeur, 22 μ ; 12 stries en 10 μ .

116. *Stauroneis phœnicenteron* EHRENBERG.

117. — — f^a *minor*.

118. *Surirella bifrons*? EHRENBERG (un fragment), r. r.

119. — *biseriata* DE BREBISSON, r.

120. — *gracilis* GRÜNOW, r.

121. — — var. *constricta* M. PER. et HÉRIB., r.

Variété du dépôt de Joursac (Miocène supérieur).

122. *Surirella minuta* de Brebisson, r.

123. — *Pagesi* HÉRIB. et M. PER., r.

Espèce du dépôt de Joursac, se retrouve également à Moissac, tous deux du Miocène supérieur.

124. *Synedra biceps* KÜTZING, a. c.

125. — *capitata* EHRENBERG, c.

126. — — var. *curta* MEISTER, r.

127. — *fallax* GRÜNOW, r.

128. — *joursacensis* HÉRIB. et M. PER.

Espèce du dépôt de Joursac (Miocène supérieur).

129. *Synedra longissima* W. SMITH.

130. — — *var. acicularis* MEISTER.

131. — — *var. intermedia*, n. var., Pl. V, fig. 10.

Van Heurck. (Syn. Diat. Belg., p. 151, pl. 38, fig. 3) représente le *Synedra (Ulna var.) longissima* comme ayant des extrémités capitées, les stries terminales étant légèrement courbes ; W. Smith donne les stries comme étant au nombre de 11 en 10 μ ; Meister donne sous le nom de *Synedra longissima var. vulgaris* une forme fortement capitée ayant 8 stries en 10 μ , ces stries ne sont pas courbes aux extrémités. La forme que nous avons ici est intermédiaire, elle est faiblement capitée, ses stries sont courbes aux extrémités et au nombre de 9 en 10 μ .

132. *Synedra porrecta* RABENHORST *var. fossilis*, n. var., Pl. V, fig. 8.

Diffère du type par la présence d'un area central.

133. *Synedra Ulna* EHRENBURG.

134. — — *var. danica* GRÜNOW.

135. — — *var. robusta*, n. var., Pl. V, fig. 9.

Semblable à la variété *æqualis* mais plus robuste et ayant 7,5 stries en 10 μ .

J'ai cité dans cette liste les espèces nouvelles que j'ai trouvées précédemment dans les dépôts fossiles d'Auvergne publiés par Fr. Héribaud et que je considère comme caractéristiques de ces dépôts ; j'ai noté également les dépôts dans lesquels ces espèces ont été retrouvées.

En relevant ces indications et adoptant le classement de ces dépôts établi par Lauby j'obtiens le tableau suivant :

AQUITANIEN : 2 espèces.

Fontgrande, 1 ; Saint-de-Jugien, 1.

MIOCÈNE MOYEN (SARMATIEN) : 1 espèce.

Izliacs, 1.

MIOCÈNE SUPÉRIEUR : 24 espèces.

Joursac, 8 ; Chambeuil, 2 ; Trou de l'Enfer (Andelat), 3 ; Neusargues, 1 ; Moissac, 5 ; Sainte-Anastasie, 2 ; Monastier, 1 ; Gourgouras, 1 ; Pourchères, 1.

MIOCÈNE SUPÉRIEUR (Héribaud), PLIOCÈNE INFÉRIEUR (Lauby), 4 espèces.
La Garde, 4.

PLIOCÈNE INFÉRIEUR : 2 espèces.

Lac Chambon, 1 ; Pessy, 1.

PLIOCÈNE MOYEN : 4 espèces.

Perrier, 1; Ceysnac, 2; Rivaux-Grands, 1.

Il résulte de ce tableau que le dépôt de Pont-de-Gail doit être classé dans le Miocène supérieur et être de Joursac et de Moissac (qui peuvent peut-être être considérés comme appartenant au même dépôt), avec lesquels il possède le plus d'espèces communes.

Il reste à savoir si l'étude des autres êtres organisés qu'il renferme viendra confirmer cette hypothèse.

Si nous examinons ces espèces au point de vue des conditions de leur existence, nous pouvons constater que presque toutes les espèces observées sont ordinairement fixées sur les végétaux qui vivent dans l'eau ou que possédant un mouvement propre elles peuvent vivre au milieu des végétaux immergés ; la quantité d'espèces vivant ordinairement sur la vase est presque nulle.

Il faut en conclure que le dépôt a dû se former dans un marais herbeux ou un lac très peu profond et complètement envahi par la végétation.

EXPLICATION DE LA PLANCHE V

Grossissement : 600/1.

- FIG. 1. — *Cymbella robusta*.
 2. — — *elegans*.
 3. — — *arverna*.
 4. — *Gomphonema angustatum* Ktz. var. *aperta*.
 5. — — *dissymmetricum*.
 6. — — *intricatum* Ktz. var. *laticeps*.
 7. — — *Gustavei*.
 8. — *Synedra porrecta* Rab. var. *fossilis*.
 9. — — *Ulna* Eh. var. *robusta*.
 10. — — *longissima* W. Sm. var. *intermedia*.
 11. — *Fragilaria lenticularis*.
 12. — — *Zellerii* H. et M. P. var. *stricta*.
 13. — *Epithemia cantalica* var. *dilatata*.
 14. — — *Zebra* var. *elegans*.
 15. — — *cantalica*.
 16. — *Stauroneis Dollfusi*.
 17. — *Navicula amphibola* Cleve var. *major*.
 18. — *Eunotia monodon* Eh. var. *recta*.
 19. — *Cymatopleura* (Martyi ?) var. *Pontis-Gaili*.



2

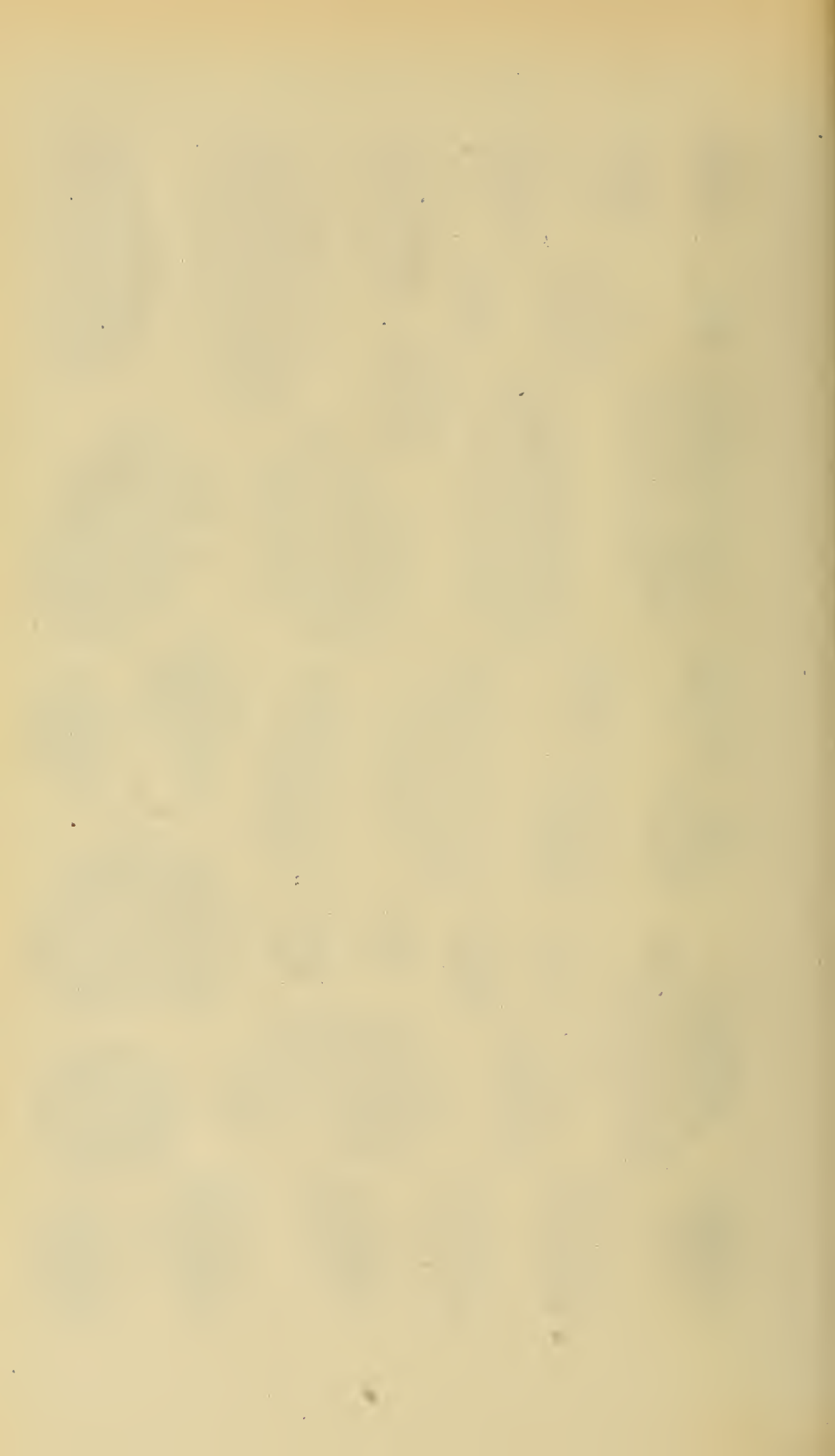


1

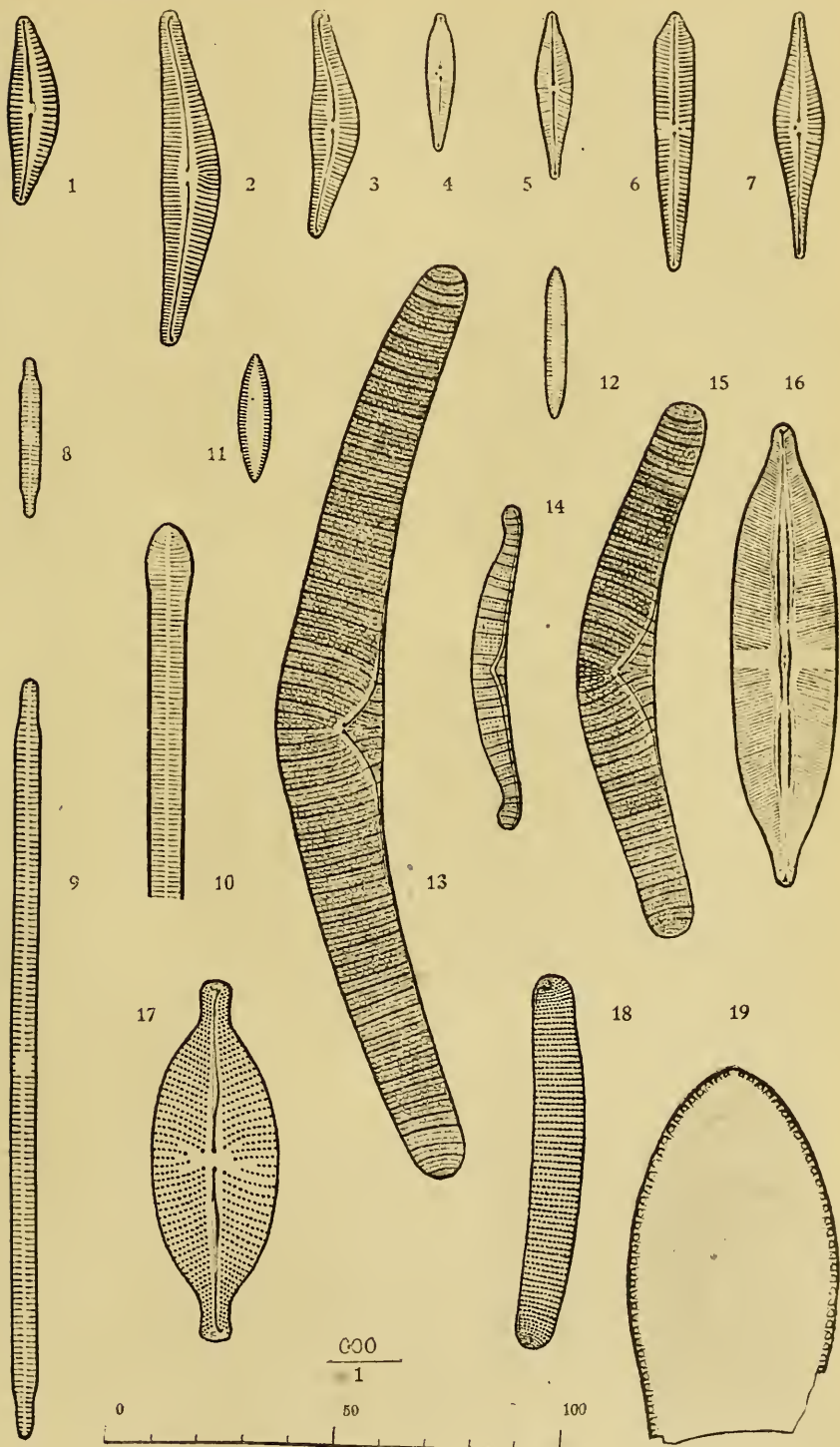
3











MÉMOIRES-GÉOLOGIE

Paraissant irrégulièrement depuis 1833, format in-4° raisin. Prix divers. (50 % pour les Membres de la Société.)

Extrait du Catalogue.

COSSMANN et LAMBERT. Etude paléontologique et stratigraphique sur le terrain oligocène marin des environs d'Etampes. 88 p., 1 tabl., 6 pl.....	20 fr.
Ph. THOMAS. Recherches stratigraphiques et paléontologiques sur quelques formations d'eau douce de l'Algérie. 54 p., 1 tabl., 5 pl.....	4 »
COSSMANN. Contribution à l'étude de la faune de l'étage bathonien en France (Gastropodes). 374 p., 18 pl.....	30 »
TERQUEM. Les Entomostracés Ostracodes du système oolithique de la zone à Am. Parkinsoni de Fontoy (Moselle). 46 p., 6 pl.....	4 »
TERQUEM. Les Entomostracés Ostracodes du Fuller's Earth des environs de Varsovie. 112 p., 12 pl.....	6 »
C. GRAND'EURY. Formation des couches de houille et du terrain houiller. 196 p., 10 pl.....	20 »
H. FILHOL. Etudes sur les vertébrés fossiles d'Issel (Aude).....	16 »
G. COTTEAU. Echinides éocènes de la province d'Alicante. 107 p., 16 pl.....	15 »
A. DOLLOT, P. GOBBILLE et G. RAMOND. Les grandes plâtrières d'Argenteuil (Seine-et-Oise). Historique, genèse et distribution des formations gypseuses de la région parisienne. 48 p., 7 fig., 4 pl.....	5 »
P.-L. PREVER. Aperçu géologique sur la colline de Turin. 48 p., 7 fig., 1 carte..	8 »
G. ZEIL. Contribution à l'étude géologique du Haut-Tonkin. — H. LANTENOIS. Note sur la géologie de l'Indo-Chine. — René de LAMOTHE. Note sur la géologie du Cambodge et du Bas-Laos. 80 p., 4 pl., 3 cartes en couleurs.....	12 »
Général de LAMOTHE. Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger et d'une partie de la côte algérienne. 288 p., 3 pl., 1 carte en couleurs.....	15 »
LÉON CAREZ. Résumé de la Géologie des Pyrénées françaises. 132 p., 1 pl., 6 cartes en couleurs.....	15 »
Maurice LUGEON. Etude géologique sur le projet de Barrage du Haut-Rhône français à Génissiat (près de Bellegarde). 136 p., 7 pl.....	15 »

MÉMOIRES-PALÉONTOLOGIE

PAR SOUSCRIPTION PAYABLE AVANT L'APPARITION DU VOLUME ANNUEL :
FRANCE, 30 FRANCS, FRANCO. — ÉTRANGER, 35 FRANCS: FRANCO

Liste des Mémoires qui se vendent isolément :

Une remise de 20 % est accordée sur ces prix aux Membres de la Société.

2. J. SEVÈS. Contributions à l'étude des Céphalopodes du Crétacé supérieur de France. 6 pl., 22 p.....	15 fr.
3. Ch. DEPÉRET. Les Animaux pliocènes du Roussillon. 17 pl., 188 p.....	60 »
5. G. DE SAVORITA. Recherches sur les végétaux du niveau aquitainien de Manosque. 20 pl., 83 p.....	35 »
14. M. COSSMANN. Contribution à la Paléontologie française des terrains jurassiques (en cours); Etudes sur les Gastropodes des terrains jurassiques: Opisthobranches. 6 pl., 168 p.....	25 »
15. S. STEFANESCU. Etudes sur les terrains tertiaires de la Roumanie: Contribution à l'étude des faunes sarmatique, pontique et levantine. 11 pl., 152 p.....	15 »
19. M. COSSMANN. Contribution à la Paléontologie française des terrains jurassiques (en cours); Gastropodes: Nérinées. 13 pl., 180 p.....	35 »
20. V. POPOVICI-HATZEG. Contribution à l'étude de la faune du Crétacé supérieur de Roumanie; Environs de Campulung et de Sinaia. 2 pl., 22 p.....	6 »
21. R. ZEILLER. Etude sur la flore fossile du bassin houiller d'Héraclée (Asie-Mineure). 6 pl., 91 p.....	15 »
22. P. PALLARY. Sur les Mollusques fossiles terrestres, fluviatiles et saumâtres de l'Algérie. 4 pl., 218 p.....	10 »
23. G. SAYN. Les Ammonites pyriteuses des marnes valanginiennes du Sud-Est de la France (en cours). 6 pl., 69 p.....	17 »
24. J. LAMBERT. Les Echinides fossiles de la province de Barcelone. 9 pl., 128 p.....	18 »
25. H.-E. SAUVAGE. Recherches sur les Vertébrés du Kiméridgien supérieur de Fumel (Lot-et-Garonne). 5 pl., 36 p.....	12 »

26. Ch. DEPÉRET et F. ROMAN. Monographie des Pectinidés néogènes de l'Europe et des régions voisines (1 ^{re} partie : genre <i>Pecten</i>) (en cours). 23 pl., 169 p.....	60 fr.
27. G. DOLLFUS et Ph. DAUTZENBERG. Conchyliologie du Miocène moyen du Bassin de la Loire; Description des gisements fossilifères; Pélécytopodes. 51 pl., 500 p.....	150 »
28. Marcellin BOULE. Le <i>Pachyæna</i> de Vaugirard. 2 pl., 16 p.....	5 »
29. V. PAQUIER. Les Rudistes urgoniens. 13 pl., 102 p.....	28 »
30. Ar. TOUCAS. Etudes sur la classification et l'évolution des Hippurites. 17 pl., 128 p.....	38 »
31. Albert GAUDRY. Fossiles de Patagonie : Dentition de quelques Mammifères. 28 p., 2 fig. dans le texte.....	4 »
32. Paul LEMOINE et Robert DOUVILLÉ. Sur le genre <i>Lepidocyclus</i> Gümbel. 3 pl., 42 p.....	10 »
33. Ferdinand CANU. Les Bryozoaires du Patagonien. Echelle des Bryozoaires pour les Terrains tertiaires. 5 pl., 30 p.....	11 »
34. Charles EASTMAN. Les types de Poissons fossiles du Monte Bolca au Muséum d'Histoire naturelle de Paris. 5 pl., 32 p.....	11 »
35. V. POPOVICI-HATZEG. Les Céphalopodes du jurassique moyen du Mont Strunga (massif de Buccegi, Roumanie). 6 pl., 28 p.....	12 »
36. Ar. TOUCAS. Etudes sur la classification et l'évolution des Radiolitidés. 24 pl., 132 p.....	48 »
37. Edm. PELLAT et M. COSSMANN. Barrémien supérieur à faciès urgonien de Brouzet-lez-Alais (Gard). 9 fig. texte, 6 pl., 42 p.....	15 »
38. Charles JACOB. Etude sur quelques Ammonites du Crétacé moyen. 44 fig., 9 pl., 64 p.....	20 »
39. A. PEZANT. Etude iconographique des Pleurotomes fossiles du Bassin de Paris. 5 pl., 30 p.....	12 »
40. P.-H. FRITEL. Etudes sur les végétaux fossiles de l'étage Sparnacien du Bassin de Paris. 3 pl., 37 p.....	7 »
41. Henri DOUVILLÉ. Etudes sur les Rudistes. Rudistes de Sicile, d'Algérie, d'Egypte, du Liban et de la Perse. 7 pl., 84 p.....	15 »
42. Léon PERVINQUIÈRE. Sur quelques Ammonites du Crétacé algérien. 7 pl., 86 p.....	15 »
43. Robert DOUVILLÉ. Céphalopodes argentins. 3 pl., 24 p.....	7 »
44. Gustave F. DOLLFUS. Les coquilles du Quaternaire marin du Sénégal. Introduction géologique par A. DEBEINS. 4 fig., 4 pl., 72 p.....	10 »
45. Robert DOUVILLÉ. Etude sur les Cardiocératidés de Dives, Villers-sur-Mer et quelques autres gisements. 84 fig., 5 pl., 77 p.....	12 »
46. Maurice COSSMANN. Contribution à la paléontologie française des terrains jurassiques (voir mém., n° 14, 19); <i>Cerithiacea</i> et <i>Loxonemalacea</i> , 11 pl., 264 p.....	35 »
47. Lucien MORELLET et Jean MORELLET. Les Dasycladacées du Tertiaire parisien. 24 fig., 3 pl., 43 p.....	8 »
48. Robert DOUVILLÉ. Etudes sur les Opelellidées de Dives et Villers-sur-Mer. 31 fig., 2 pl., 26 p.....	5 »
49-50. F. PRIEM. Sur des Poissons fossiles et en particulier des Siluridés du Tertiaire supérieur et des couches récentes d'Afrique (Egypte et région du Tchad). — Sur des Poissons fossiles des terrains tertiaires d'eau douce et d'eau saumâtre de France et de Suisse. 9 pl., 30 p.....	15 »
51. P. de BRUN, C. CHATELET et M. COSSMANN. Le Barrémien supérieur à faciès urgonien de Brouzet-lez-Alais (Gard) (v. mém. n° 37). 4 fig., 5 pl., 56 p.....	10 »
52. Henri DOUVILLÉ. Le Barrémien supérieur de Brouzet. 20 p., 4 pl.....	12 »
53. J. REPELIN. Monographie du genre <i>Lychnus</i> . 23 p., 6 pl.....	15 »

TABLE DES MATIÈRES (TOME XX, FASCICULE 1-3).

	Pages
P. Jodot. — Note sur la situation géographique et les conditions tectoniques du gîte fossilifère de Djedaria (Tunisie).....	3
M. Lissajous. — A propos du niveau à Spongiaires de la Voulte-sur-Rhône (Ardèche).....	9
L. Joleaud. — Contribution à l'étude des Hippopotames fossiles (Pl. I).....	13
P. Marty. — Stratigraphie du gisement fossilifère du Pont-de-Gail, près de Saint-Clément (Cantal) (5 fig.).....	27
G.-F. Dollfus. — Malacologie du gisement fossilifère du Pont-de-Gail (3 fig., pl. II).....	37
M^{me} Reid. — Recherches sur quelques graines pliocènes du Pont-de-Gail (1 fig., pl. III-IV).....	48
M. Peragallo. — Diatomées du Pont-de-Gail (pl. V).....	88

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830,
A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE
PAR ORDONNANCE DU 3 AVRIL 1832.

QUATRIÈME SÉRIE

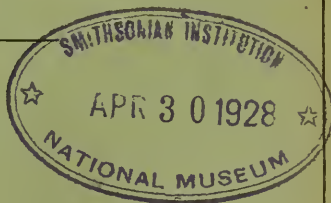
TOME VINGTIÈME

FASCICULE 4-6

Feuilles 7-13. — Planches VI-VII

2 portraits hors texte.

26 figures et carte dans le texte.



PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VI

1920

EXTRAITS DU RÈGLEMENT DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

ART. 2. — L'objet de la Société est de concourir à l'avancement de la Géologie en général et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec les Arts industriels et l'Agriculture.

ART. 3. — Le nombre des membres de la Société est illimité. Les Français et les Étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. 4. — Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation¹ et avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président.

ART. 37-38. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet. La Société se réunit deux fois par mois (en général, le 1^{er} et le 3^e lundi du mois).

ART. 42. — Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres.

ART. 46. — Aucune communication ou discussion ne peut avoir lieu sur des objets étrangers à la Géologie ou aux sciences qui s'y rattachent.

ART. 48. — Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un point qui aura été préalablement déterminé.

ART. 53. — Un bulletin périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre. Le Bulletin comprend... les *Comptes rendus sommaires des séances* et le *Bulletin* proprement dit (*Notes et Mémoires*).

ART. 54. — La Société publie en outre des *Mémoires de Géologie* et des *Mémoires de Paléontologie*, qui ne sont pas distribués gratuitement aux membres.

ART. 55. — Tous les travaux destinés à l'impression doivent être inédits et avoir été présentés à une séance.

ART. 75. — Les auteurs peuvent faire faire à leurs frais, en passant par l'intermédiaire du Secrétariat, un tirage à part des communications insérées au Bulletin.

ART. 87. — *Chaque membre paye: 1° un droit d'entrée; 2° une cotisation annuelle². Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement en capital d'une somme fixée par la Société (600 francs payables en 2 ou 4 fois en une année).*

Sont Membres à Perpétuité les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (minimum : **1000 francs**).

ART. 94. — Les ouvrages, conservés dans la Bibliothèque de la Société, peuvent être empruntés par les membres... (*Service des prêts*).

1. Les personnes qui désirent faire partie de la Société et qui ne connaissent aucun membre pour les présenter n'ont qu'à adresser une demande au Secrétariat, en exposant les titres qui justifient de leur admission.

2. Néanmoins sur la demande de parrains, les nouveaux membres peuvent s'acquitter, la première année, que leur droit d'entrée, en versant la somme de 20 fr. Le *Compte Rendu sommaire des séances de l'année courante* leur est envoyé gratuitement; mais ils ne reçoivent le *Bulletin* que la deuxième année et doivent alors payer la cotisation de 30 francs. Ils jouissent d'ailleurs des autres droits et privilèges des membres de la Société.



J. G. Corbett

JULES GOSSELET

PAR Ch. Barrois ¹

Il est des hommes qui devraient vivre toujours, — pour le bien de l'humanité, pour l'honneur de leur arme ! Gosselet était de ce nombre. Son arme était la vôtre, il aimait son marteau, comme d'autres leur épée : on ne le connaissait qu'avec son marteau. Il est mort au cours de l'occupation allemande, désarmé, enfermé et longtemps au secret, dans la ville où il avait professé sa vie durant.

Il est tombé sur son bastion perdu, isolé, séparé de ses petits-fils et de la plupart de ses élèves, en défendant les collections municipales créées par son labeur. Et tandis que sa voix s'éteignait captive, sans éveiller d'écho, partout aux alentours du chemin des Dames à l'Yser, son œuvre circulait vivante et consultée à l'ombre de tous les drapeaux connus, indiquant aux armées où trouver l'eau nécessaire à leur existence, où rencontrer les sols les plus favorables à l'attaque, à la défense à la victoire, apprenant à tous ce que peut fournir, dans les occurrences les plus imprévues, une exploration géologique approfondie et consciencieuse.

Jules-Auguste Gosselet naquit le 19 avril 1832 à Cambrai, d'une très vieille famille de cultivateurs de l'Entre-Sambre-et-Meuse, connue dans la région dès le xv^e siècle. Lors du siège de Landrecies par les Autrichiens en 1792, la maison qu'habitait Marie Gosselet est brûlée ; la ferme de Humbert Gosselet à Maroilles eut le même sort. La propre mère de Jules Gosselet était parmi les assiégés en 1815, lors du siège de Landrecies par les alliés, commandés par le prince Auguste de Prusse, comme à moins d'un siècle d'intervalle lui-même le fut à Lille.

Mieux vaut pour un géologue naître au flanc d'un volcan qu'à la limite de deux États ambitieux ; la famille Gosselet du moins y eut trouvé avantage et également la Vulcanologie.

Le père de Jules était pharmacien à Cambrai. La santé de sa femme l'ayant forcé à quitter la ville pour la campagne, peu après la naissance de son fils, ce fut parmi les prairies et les bois de Landrecies que le petit passa son enfance. Il y fut élevé sans contrainte, en famille, en liberté, livré surtout à lui-même et à la nature. L'isolement de son enfance le priva de beaucoup de choses qu'on apprend dans le commerce des maîtres. Successivement élève d'un collège de Landrecies et du lycée de Douai, le diplôme de bachelier lui ouvrit l'École de pharmacie, où il entra pour se conformer à la tradition paternelle.

Peu après, revenu comme élève pharmacien dans sa petite ville,

1. Notice nécrologique lue à la séance du 12 avril 1920.

l'étudiant parisien apprit à mettre la main à la pâte. Il le fit assez de temps pour donner la mesure de sa valeur commerciale, — heureusement pour la géologie, elle se montra médiocre. Jugé par son patron maladroit et distrait, il quitta la pharmacie pour tenter autre chose et il alla s'essayer dans l'enseignement.

C'est au petit collège de la ville voisine du Quesnoy qu'il fit ses débuts, dans les fonctions modestes de second professeur de mathématiques. Un rapport du principal du collège de l'époque, retrouvé par le recteur Margottet, parmi les dossiers de l'Académie de Lille, déclare que le nouveau maître faisait très bien sa classe et que de plus il travaillait avec un courage et une constance extraordinaires.

En enseignant, il s'affermissait dans ce qu'il savait, et quand il le posséda pleinement, le besoin de l'au-delà commença à se faire sentir en lui. Surmontant la difficulté de faire sans aide des acquisitions nouvelles, il travaillait sans relâche au Quesnoy, sans direction, sans conseil, sans laboratoire, cherchant autour de lui dans la nature ce qu'elle pouvait lui apprendre, interrogeant les pierres du chemin, les eaux de la vallée, l'herbe des champs, l'insecte dans son vol, analysant, disséquant, et dévorant ce qu'il avait rapporté de livres de l'École de pharmacie. Ces méritants efforts n'eurent cependant pas le résultat qu'il en attendait. Le jour vint où il se crut en mesure d'affronter l'épreuve de la licence ès sciences, il partit pour Paris, se présenta à l'examen et eut la grande surprise d'être ajourné à l'unanimité des suffrages du jury.

Ses examinateurs l'avaient refusé, mais ils l'avaient laissé aller jusqu'au bout de l'épreuve, ayant été également frappés de l'originalité de ce candidat, ignorant du programme et mal préparé, mais si plein de connaissances variées et d'idées. Le lendemain de l'échec, Milne-Edwards et Payer qui l'avaient interrogé l'encourageaient à poursuivre ses études, tandis que Constant Prévost, son troisième examinateur, lui offrait de demeurer près de lui comme préparateur du cours de géologie.

La joie de Gosselet fut immense et jusque dans sa vieillesse il aimait à redire que ce fut une des grandes joies de sa vie. Combien la position de préparateur valait mieux pour lui que le diplôme rêvé et manqué ! Il allait avoir à la fois un laboratoire où travailler, une bibliothèque où lire, des collections à classer, des déterminations à réviser, un maître de la science pour le diriger, le critiquer et le soutenir et huit cents francs d'appointements.

C'est ainsi qu'il entra à la Sorbonne à l'âge de vingt et un ans, avec un bagage scientifique un peu déséquilibré, quoique pas bien lourd, mais avec l'habitude de l'observation, l'usage de l'effort personnel, un sens critique très développé, ayant beaucoup regardé déjà autour de lui, et s'étant déjà posé beaucoup de questions sur ce qu'il voyait.

C'a été une rencontre heureuse pour la géologie française que Gosselet ait trouvé successivement à Paris, dans le même laboratoire et le même service, au cours des sept années qu'il passa à la Sorbonne comme préparateur, deux maîtres aussi différents par leur caractère et

leur méthode, que comparables par l'influence qu'ils surent exercer sur ceux qui autour d'eux se livrèrent à l'étude de l'histoire de la terre. Unis par un même amour de la géologie, plus que par le concours des mêmes idées, c'était avec un zèle égal et une science de même ordre, que Constant Prévost et Hébert apprenaient, mais de si différente façon, à servir l'objet de leur enseignement. L'un ouvert, libéral, sceptique, l'autre pondéré, réglé, dogmatique ; celui-ci cherchant à faire penser ses élèves, celui-là à leur faire enregistrer des connaissances positives. L'un formé dans l'arène, ayant successivement lutté dans les milieux les plus divers, ayant connu les contingences de la vie dans l'émulation des laboratoires, l'imprévu des voyages, les concurrences de l'industrie, persuadé que c'était en soi que l'on devait trouver ses meilleures ressources, tendait par-dessus tout à développer l'initiative individuelle de ses disciples ; l'autre, ayant débuté aux fonctions pédagogiques de l'École normale, arrivait en Sorbonne très convaincu que son devoir était de transmettre intégralement à ses élèves ce que dans sa science il savait de vérité. Le premier s'efforce à montrer la grandeur du sujet ouvert devant l'esprit du géologue, et le résultat immense du plus petit effort suffisamment prolongé, celui de la goutte d'eau tombant sur la même pierre, comme celui de la simple hypothèse appelant toujours sa confirmation : le second ne voit de certitude, fondement de toute science, que dans la réalité des faits géologiques strictement relevés, ou dans la parole du maître qui la transmet intacte, en la défendant au besoin contre les écarts d'imagination de la jeunesse ardente. L'un ne dédaigne pas d'appuyer son raisonnement sur l'hypothèse, l'autre n'accepte comme base que la matérialité des faits ; l'un apprenait à ses élèves à voler, avant même qu'ils sussent marcher, l'autre leur apprenait mieux à marcher, mais à marcher toujours.

Le contraste de ces deux maîtres, de ces deux enseignements, devait profiter à Gosselet. Il est permis de croire que le caractère si primesautier et original de son talent s'épanouit au contact de Constant Prévost ; quant à lui, il estima toujours qu'il avait contracté envers son premier maître une dette profonde. Ce fut pour témoigner sa reconnaissance qu'il consacra à sa mémoire ce gros volume où gravite autour de son ombre tout le mouvement de la géologie en France pendant la première moitié du XIX^e siècle.

De son côté l'action d'Hébert, que Gosselet devait payer de sa constante affection, n'avait pas été stérile en lui. La rigueur constante de ses observations, le souci de la précision attesté par tant de relevés de contacts et de discordances, l'exacte observance en ses exposés, de l'ordre et de la méthode, sont des legs d'Hébert. Il apprit à Gosselet à collectionner, à classer, à priser par-dessus tout le progrès basé sur des faits, à tenir que ce qui importe surtout dans l'édifice géologique, c'est la solidité des prémisses. Les qualités acquises par l'élève d'Hébert vinrent ainsi tempérer heureusement ce qu'aurait pu avoir d'excessif sans ce frein, l'entraînement des premiers enthousiasmes du disciple de Constant Prévost, s'il avait été laissé à lui-même.

De ses deux maîtres il devait unir en lui : « l'esprit d'indépendance, l'entêtement à défendre à outrance ses opinions, la tendance à critiquer les théories absolues, la méthode pour procéder du connu à l'inconnu, de la certitude à la conjecture, enfin et par-dessus tout la passion pour la vérité ¹. » L'action de ses maîtres avait été singulièrement favorisée par l'influence des circonstances. Elles lui firent rencontrer, dans la chaude atmosphère de la Société géologique, plus encore que dans le laboratoire et les amphithéâtres où il fréquentait, le milieu favorable à son développement. Les premières séances auxquelles il assista, le souvenir de ses premiers confrères, les grandes figures de d'Omalius d'Halloy, Barrande, de Verneuil, de ceux qui présidaient aux débats, restèrent toujours présents à son esprit. Ce devait être d'ailleurs, au sein de la Société géologique jeune encore, qu'il allait trouver les confidents de ses premières découvertes, les témoins de ses premières discussions, les critiques de ses débuts, comme les premiers encouragements de sa carrière.

Pendant ces séances, ce n'étaient pas seulement des faits nouveaux qu'il entassait dans sa mémoire, de savants exposés ou d'ingénieuses inductions qu'il enregistrait dans son esprit, c'était son âme à lui qui se prenait, c'étaient les lointains vapoureux qui s'ouvraient et se précisaient à ses yeux, sa vocation d'inventeur qui s'affermissait, il acquérait conscience de lui-même et cet amour de l'en-avant, cette foi indéfectible en la science, en son marteau, cet enthousiasme entraînant qui ne devaient plus l'abandonner.

Aussi considérait-il que le principal titre de Constant Prévost à sa reconnaissance et à celle des autres était d'avoir fondé la Société géologique. « Un soir de 1829, que Constant Prévost ² avait chez lui son beau-frère, Jules Desnoyers et son ami Deshayes, il leur fit la proposition de fonder une société libre de géologie, société ouverte à tout le monde, aux débutants comme aux savants, aux maîtres comme aux élèves, où l'on pût discuter toutes les questions sans avoir à passer par un jugement et un rapport académique. »

« Tout le monde connaît, poursuit-il, le règlement sage, libéral, que soixante ans de pratique ont à peine effleuré et qui a servi de modèle à presque toutes les sociétés scientifiques créées depuis lors. »

« La Société géologique de France a joué un rôle prépondérant dans le progrès de la géologie de notre pays. »

Quel titre pour une société savante de pouvoir enregistrer un tel jugement et de pouvoir le rapprocher de celui de de Lapparent, si ému de se trouver soudain, au sortir des bancs de l'École, assis à la Société géologique au côté de ses maîtres, entre Élie de Beaumont, C. Prévost, de Verneuil, Hébert, Gaudry ! Il avait senti, lui aussi, quel prestige leur présence assidue donnait aux séances, et quel honneur, quel contrôle précieux c'étaient pour les jeunes de parler devant de tels maîtres. »

1. Éloge de C. PRÉVOST, p. 27, par GOSSELET.

2. C. PRÉVOST, p. 13.

Ce n'était pas toutefois seulement à la Société géologique, que Gosselet trouvait des diversions au labeur du cabinet géologique de la Sorbonne où il préparait, déterminait, classait, cataloguait du matin au soir. Il fréquentait assidûment les cours de la Sorbonne, du Muséum, de la Faculté de médecine en vue de ses examens. Dans ces amphithéâtres il rencontrait la jeunesse savante de sa génération. Elle comprenait entre autres Alphonse Milne-Edwards, Fouqué, Albert Geoffroy Saint-Hilaire, Brouardel, Gréhant, Baillon, Gustave Flourens, Dalimier, Horion, Pellat, Édouard Bureau, les assidus de la « Conférence Buffon », société de jeunes gens qui s'occupaient d'Histoire naturelle, et où on faisait tour à tour une conférence sur un sujet donné. C'est devant eux, devant le plus bel auditoire qu'il dut avoir au cours de sa longue carrière, que Gosselet connut ses premiers succès de professeur ; ils furent assez appréciés pour lui mériter d'être appelé à la présidence de l'Association.

Cette vie de travail intense et d'efforts soutenus ne fut pas la vie tout entière de Gosselet à Paris. La Sorbonne a des jours fériés ; il les passait dans les carrières de la banlieue parisienne, à moins qu'il ne rencontrât des tranchées, des terrassements nouveaux (gare Saint-Lazare, arc de Triomphe), c'était ses jours de recueillement solitaire et de communion avec la nature. La région prédestinée qui depuis Cuvier et Brongniart ne cessait de former des adeptes à la géologie, lui livrait alors quelques-uns des secrets de son histoire, des notions sur le parallélisme des faciès marins et lacustres, en même temps qu'elle lui apprenait la valeur des coupes détaillées et l'importance de la précision dans les levés sur le terrain.

Après quatre ans de semblable entraînement, il se crut autorisé à prendre la parole devant la Société géologique de France. Ce ne fut point sans une émotion qu'il aimait rappeler, qu'il présenta le 19 janvier 1857 à la Société les coupes détaillées qu'il avait relevées dans les carrières d'Etroeungt, près de Landrecies, en notant les fossiles que l'on trouvait dans chaque couche. Certains de ces fossiles d'après ses déterminations appartenaient à des espèces carbonifères, d'autres à des espèces dévoniennes : mais tandis que les premiers se trouvaient surtout dans les roches calcaires, les seconds étaient cantonnés dans les roches schisteuses, et comme ces roches alternaient en elles il en conclut logiquement que dans ce gisement il y avait alternance d'espèces carbonifères et dévoniennes, et qu'à Etroeungt, par conséquent, il y avait passage d'un terrain à un autre.

La conclusion n'était pas en harmonie avec les idées reçues à l'époque ; loin de là, puisqu'elle battait en brèche à la fois, l'enseignement des deux écoles régnantes, celle d'Élie de Beaumont comme celle de d'Orbigny et d'Hébert, que les limites entre les terrains étaient tranchées, absolues, correspondant à des cataclysmes. Gosselet pour ses débuts faisait beaucoup de bruit, il était taxé de « révolutionnaire en Géologie » par le vénérable d'Omalus d'Halloy, maître incontesté de la géologie régionale. Vous savez comme le jeune novateur sut plus tard faire prévaloir ses vues.

Cette note sur Etroeungt, ouvre la série des productions originales de Gosselet. Quelques années plus tard, il soutenait en Sorbonne, sa thèse sur « les Terrains primaires de la Belgique, des environs d'Avesnes et du Boulonnais, qui lui valut le grade de Docteur ». Bien que ce diplôme lui ouvrit l'accès de l'enseignement supérieur, il fut d'abord chargé du cours de physique et de chimie au lycée de Bordeaux ; peu après il entra à la Faculté des sciences de Poitiers. Il n'y séjourna guère, et fut bientôt appelé à Lille.

Professeur à trente-deux ans à l'Université de Lille, dans une chaire créée pour lui, au centre de son champ d'études, au sein de sa famille, Gosselet dépassait tous ses rêves d'avenir. Plus de soucis dans son esprit ; plus de place dans son laboratoire pour les préoccupations personnelles. Sa chaire lui donnait à la fois la considération, l'indépendance, le loisir, la possibilité des recherches scientifiques. Une même idée directrice allait dominer toute sa vie : rendre la petite chaire qui lui était confiée, — utile, honorée et grandie ; utile à ses concitoyens, honorée de ses collègues et grande dans la science de son temps. Une parcelle du sol national lui était dévolue, à titre de géologue officiel, il devait à ce titre, lui faire rendre à la communauté tout ce qu'elle recélait de trésors, lui faire dévoiler à la science les lois physiques qui avaient présidé à sa genèse, à ses transformations.

A diverses reprises, on lui offrit des places plus brillantes, à l'étranger, à Paris, et bien que la situation qu'il occupait ne lui fournît que des ressources modiques, l'amour de sa petite patrie lui fit toujours refuser des offres si utiles et si flatteuses. Il en tenait, à la façon de Montaigne, pour sa ville natale : « Elle a mon cœur dez mon enfance et m'en est advenu comme des choses excellentes ; plus i'ay veu depuis d'autres villes belles, plus la beauté de celle cy peult et gaigne en mon affection. »

L'œuvre fondamentale de Gosselet est essentiellement stratigraphique et régionale, c'est l'étude analytique de son pays, l'anatomie détaillée et comparée de tous les termes constitutifs du sol du Nord de la France. Il a décrit leur composition, en plus de cinq cents notes ou mémoires, fait connaître leur ordre de succession précis et rattaché à leurs causes, par des considérations rationnelles, les modifications de nature et de faune qu'offrent ces formations, de l'Angleterre à l'Allemagne. En tous ces mémoires, il explore un même pays. Gosselet est l'homme d'un livre, mais d'un livre dont la valeur documentaire eût suffi pour mettre le nom de son auteur, à l'abri de l'oubli ; mais pour lui, cette étude analytique n'est qu'un départ.

Historien en même temps que stratigraphe, il retrace l'histoire physique d'une région naturelle française, depuis les temps les plus reculés du globe jusqu'à ceux dont nos pères ont subi les vicissitudes, en Flandres, lors de la domination romaine et du moyen âge. Les déplacements des rivages tracés sur des séries de cartes, la considération des incursions et des régressions des mers dans deux rides terrestres,

dont il établit l'antiquité, lui fournirent simplement tous les éléments d'une explication générale des variations des sédiments et des transformations des faunes successives dans le Nord. Il montra comment ces faunes envahirent la région entière ou s'y cantonnèrent, s'isolant ou se transformant, suivant qu'elles trouvaient des conditions favorables à leur acclimatation ou à leurs migrations. Ainsi ce n'est pas le principe du synchronisme absolu des mêmes faunes que le classement de Gosselet vint substituer dans l'Ardenne au classement purement lithologique adopté ; celui qu'il proposa et qu'il appliqua est plus général, il est naturel, puisqu'il est basé sur le mode de formation, sur les modifications des sédiments et des faunes successives, sous l'influence de l'évolution géographique du pays. Bien délicate entre les mains de tout autre, la méthode s'est montrée brillante entre les siennes puisqu'elle lui a permis un exposé systématique où tout se tient, où les faits sont rattachés à leurs causes.

Mais ne nous attardons pas aux déductions immédiates de l'œuvre documentaire de Gosselet, trop d'illustrations intéressantes se présenteraient à la fois sous la plume, comme l'histoire des grès anoreux ; celle des schistes de Famenne ou des schistes de Paliseul. Grâce à sa sincérité, à la rigueur des mesures données, à la précision des observations relevées, son œuvre s'est imposée à l'attention, ses conclusions ont été adoptées, et son classement suivi en tous pays est passé en grande partie dans le domaine public. Cependant c'est plus encore par les indications qu'elle a permises pour l'industrie nationale et pour la science régionale, que son œuvre descriptive s'est affirmée considérable.

C'est là le propre des travaux de Gosselet et c'est ce qui les désigne à la reconnaissance de ses confrères, d'avoir hautement dépassé les niveaux de l'observation pour le service des applications industrielles et pour les spéculations de la science pure.

Dans le domaine des applications industrielles, il s'est illustré par son étude des bassins houillers du Nord et de leurs prolongements présumés. Il a élucidé le gisement et le mode de formation des phosphates de chaux de la Picardie et de l'Artois. Il a expliqué les ardoises de Fumay et leurs bords, tracé les différentes bandes de marbre de l'Avesnois et du Boulonnais et produit d'importants travaux d'hydrologie.

Les industriels des grandes villes du Nord, Lille, Amiens, Roubaix, Tourcoing, etc., sont forcés, faute de sources, rivières ou lacs, d'aller chercher dans les profondeurs l'eau qui leur est nécessaire, ainsi Roubaix en puise journellement 50 000 mc. Gosselet leur a appris dans quelles conditions l'eau se trouve dans les diverses roches de leur sol, comment elle y circule et y constitue des nappes superposées, inégalement riches et de composition variée. Il a fait plus encore pour la communauté, en figurant par des courbes de niveau sur les cartes d'état-major le nivellement des surfaces souterraines des diverses formations, puisqu'il donnait ainsi des bases générales exactes pour les recherches d'eau.

L'importance de ces services matériels, ne faisait pas perdre de vue à Gosselet que l'anatomie comparée des zones paléontologiques de l'Ardenne, du Rhin au Devonshire lui avait apporté la confirmation de l'idée émise par Godwin-Austen que les vieilles montagnes, en ruines, de ces contrées n'étaient que les racines d'une même chaîne montagneuse continue, devenue souterraine dans les parties intermédiaires. Soulevant par la pensée le manteau des couches secondaires étalées horizontalement dans les plaines du Nord de la France, il alla dans les profondeurs vérifier la réalité de ses idées sur la continuité des chaînes et chercher les lois qui ont présidé à leur genèse.

Il établit ainsi l'existence à grande profondeur, sous ces tranquilles plaines et au travers de l'ancienne chaîne disparue, d'une cassure souterraine, d'une faille de 2000 m. d'amplitude, correspondant à la clef de voûte rompue de son édifice ardennais et dirigée de l'Est à l'Ouest, sur le prolongement du Condros, et pendant au Sud, suivant un plan incliné. Il estimait que refoulée sur ce plan par des forces tangentielles, l'Ardenne entière avait dû passer, ensevelissant sous son flanc septentrional, le Nord de la Belgique, avec son riche bassin houiller.

On sait que les sondages exécutés à grande profondeur par diverses compagnies ont apporté la preuve de la théorie de Gosselet et permis à la voix si autorisée de M. Reumaux, directeur général de la C^{ie} de Lens et président du district nord de la Société de l'Industrie minière, parlant au nom de ses collègues, de dire à Gosselet le jour de son jubilé : « De belles et importantes découvertes résultent des faits géologiques que vous avez établis, tout récemment encore la constatation du prolongement vers le Sud du bassin houiller du Pas-de-Calais, en dessous de votre faille, donnait une nouvelle et éclatante confirmation de l'exactitude de vos savantes déductions. »

C'est que Gosselet ne s'était pas borné à penser, comme beaucoup d'autres, que l'Ardenne *pouvait* être le résultat d'un pli ; il a montré — ce qui est tout différent, — *comment* l'Ardenne était le résultat d'un pli, il a fait voir le mouvement d'ensemble qui lui avait donné naissance, en même temps que le mécanisme du mouvement et le détail des dislocations. Le premier, il est arrivé à reconstituer une onde montagneuse ancienne, en enregistrant toutes ses déformations successives et leur enchaînement.

Avant ces travaux de Gosselet, la représentation des failles sur les coupes géologiques était uniformément faite par des lignes verticales et les théories géogéniques n'envisageaient par suite que des cassures radiaires. Depuis ses travaux, on voit tracer sur toutes les coupes des failles inclinées ou horizontales. C'est même ce rôle prépondérant des forces tangentielles, chaque jour mieux compris, qui a fourni à Marcel Bertrand ses plus belles et plus hautes généralisations géogéniques. Aussi quand notre confrère regretté comparant la structure des Alpes de Glaris à celle du bassin houiller du Nord, donnait dans son inspiration heureuse la loi qui allait expliquer la structure des Alpes, il n'hésitait pas à déclarer avec son habituelle droiture : « J'ai essayé

simplement d'étendre aux Alpes l'explication si simple et si rationnelle que M. Gosselet a donnée pour le Nord. »

Quelle qu'en fût la valeur, Gosselet estimait n'avoir pas tout dit sur les déformations du sol du Nord par son explication de la structure de son bassin houiller. De nouveaux problèmes surgissaient, nés d'une connaissance plus exacte du bassin; de nouvelles dénivellations avaient été relevées qui le menèrent à la notion de ses failles épicrotaciées et à l'explication d'un des traits topographiques essentiels de la France. Elles sont connues de tous ces belles pages où Élie de Beaumont décrivant les lignes de défense naturelle du bassin parisien pouvait rapporter au jeu normal des dénudations subaériennes, les escarpements du rempart d'Argonne; il était réservé à Gosselet d'expliquer comment la nature avait établi, au N. du bassin, au front d'Artois (Souchez, La Lorette) une autre ligne de défense naturelle. Stratigraphe avisé, il sut reconnaître dans la masse homogène du Crétacé de l'Artois des solutions de continuité, et le tracé de ses failles épicrotaciées lui révéla que suivant trois plans la craie avait été découpée de vive force à Marquèfles, à Ruit, à Hersin, en gradins respectivement descendus de 100 m., 90 m., 40 m. qu'il faut gravir pour entrer dans le bassin de Paris. La dénivellation d'ensemble a abaissé la plaine de Flandres de plus de 200 m. par rapport au plateau d'Artois.

Ainsi, la précision de ses levés permettait à Gosselet des constructions tectoniques exactes. Certaines structures cependant restaient rebelles, qui l'engagèrent à rechercher si la figure des surfaces-séparatives des étages géologiques ne constituait pas un élément nécessaire des reconstructions tectoniques? Les courbes de niveau de ces surfaces, qu'il arriva à tracer dans le Nord, sur une carte à grande échelle, lui livra cette conclusion inattendue que leurs limites ne correspondent pas à des plans parallèles comme cela est implicitement admis dans l'établissement des couches géologiques, mais bien à des surfaces accidentées, inégales, sillonnées de creux ou chargées de reliefs.

La généralisation de ces données entraîne dans l'établissement des profils géologiques et dans les théories tectoniques dont ils sont l'expression, des changements aussi importants que ceux qui y ont été apportés par Gosselet lui-même, quand il substitua le tracé et le jeu de failles horizontales, à ceux des failles verticales.

Pour récolter sur le vif des documents nouveaux pour ses inductions, Gosselet ne ménageait ni son temps, ni sa peine. Il était partout, où l'on ouvrait un trou, dans le Nord de la France. A tous moments, en toutes saisons, avant le jour, comme après le coucher du soleil, il arrivait de le rencontrer errant sur les routes, ou arpentant les champs, invariablement chargé d'un parapluie légendaire et de deux marteaux, un petit et un grand, un sac plein de pierres en bandoulière et la carte à la main. La marche était le seul mode de locomotion qui, à ses yeux, permit un lever géologique précis, et il allait d'un pas mesuré, soutenu, qui ne se ralentissait qu'à l'approche des limites des zones, ou des con-

tacts des formations, quand il fallait examiner de plus près, se mettre à genoux, ou ventre à terre. Dans ses allées et venues sur le terrain, dans ces marches et contre-marches, il apportait même soin et même conscience à délimiter avec exactitude les contours des formations stériles, d'une zone de craie, d'un paquet de limon superficiel, qu'à chercher les gisements d'une substance précieuse ou une coupe qui pût lui fournir argument en faveur d'une théorie favorite. Il estimait que toute observation précise était estimable en elle-même et qu'on ne pouvait préjuger à priori de ce qu'était susceptible de donner une observation sur le terrain. Les documents pour lui, avaient leur valeur en dehors de toutes les théories qui passent, et c'est ce qui explique pourquoi ses cartes diffèrent toujours de celles qui les précèdent.

C'est sur le terrain beaucoup plus que dans l'amphithéâtre, que Gosselet formait ses élèves. Dans son enseignement, il avait remplacé le cahier de notes, par le carnet d'excursions, la plume par le marteau ; il apprenait à voir, plutôt qu'à écouter. Le cours qu'il donnait, dépourvu de toute érudition savante, était remarquable par sa lucidité, commandé qu'il était par le souci d'être compris, — et il savait se faire comprendre, d'être suivi, — et il savait se faire suivre.

Comment d'ailleurs aurait-on résisté à l'entraînement de cet enthousiaste emporté, qui pour capter son auditoire, mettait à la fois au service de sa pensée, une parole vive et claire, la flamme de ses yeux, son geste, sa démarche, le mouvement de toute sa personne ? Véritable apôtre de la géologie, il excellait à donner la vie aux choses de la terre, et la foi aux hommes, évitant, par-dessus tout, d'affirmer que ses observations fussent l'expression de la vérité, pour apprendre à chacun à observer de ses propres yeux, à expérimenter de sa personne, à former son jugement. C'était de la sorte sur les observations de ses auditeurs, plutôt que sur les siennes, qu'était construit son système, et comme il possédait l'art exquis de rattacher à leurs observations personnelles toutes les connaissances ressortissant du domaine de la géologie, il donnait à ses étudiants, sans qu'ils y prissent garde, un cours complet et ceux qui le possédaient étaient prêts au travail personnel.

Une communion intime, issue de cette collaboration incessante, de la communauté d'existence quotidienne du laboratoire, des excursions, des discussions, des efforts, des progrès accomplis, s'était établie entre Gosselet et ses élèves. Elle trouva sa manifestation extérieure dans la création de la Société géologique du Nord. Gosselet en la créant n'avait point prévu cette série de cinquante volumes, aujourd'hui parue, cette famille de deux cents cinquante membres, actuellement groupés. Il ne songeait en donnant une petite-fille à la Société géologique de France, qu'à assurer à ses élèves la confraternité d'une association scientifique, un secours analogue à celui qu'il avait rencontré, lors de ses débuts, au sein de la Société mère.

Ce ne fut pas le seul service qu'il rendit à la jeunesse studieuse. Le dévouement passionné qu'il avait pour son éducation le rendait ingénieux à se sacrifier pour elle ; à son intention il fonda des prix,

chaque fois qu'il lui fut possible de le faire. Ainsi put-il fonder trois prix de géologie. Jusqu'au delà de la tombe, il voulait contribuer aux progrès de la science à laquelle il avait voué sa vie. Grâce à lui, une médaille, à son effigie, est donnée à l'élève qui a passé à Lille le meilleur examen de géologie ou de minéralogie; un prix qui porte son nom est attribué aux auteurs de travaux sur la géologie du Nord, et un autre décerné par vos soins, aux travaux de géologie appliquée.

Sa libéralité ne se bornait pas à ses étudiants. Nul n'avait enrichi Gosselet, et cependant il voulut enrichir son laboratoire, il lui donna ses livres; il enrichit aussi sa ville d'adoption en lui donnant l'importante collection régionale réunie par ses soins, et pour laquelle les offres d'achat les plus tentantes lui avaient été faites.

Sa famille n'était pas oubliée. Tout le temps que la science lui laissait libre, il le lui donnait: c'est d'elle qu'il attendait toutes ses joies. L'éducation de ses enfants le délassait des soins de son enseignement public. Il se fit le maître de toutes leurs leçons, ne voulant pas confier à d'autres le soin de les instruire.

Sa fille, formée à son école, est devenue l'épouse du premier magistrat d'une de nos grandes cités industrielles. Son fils, docteur en médecine, mourut jeune en lui laissant la consolation et la charge de deux petits-fils: Jean l'aîné, médecin aide-major, est mort pour la France à Saint-Quentin, à l'âge de vingt-cinq ans, en soignant ses hommes sous les nuées toxiques ennemies; François, le cadet, ingénieur-électricien a quitté le génie où il servit, pour entrer dans l'industrie privée; il y fait déjà apprécier son mérite et la valeur de son nom.

C'est en famille que Gosselet trouva, avec la plus dévouée des épouses, ses meilleures joies et ses pires tristesses: il y subit sans faillir les plus douloureuses épreuves, soutenu dans son affliction par les sentiments chrétiens les plus élevés, éclairé par une vie entière d'études et de méditations sérieuses. Dieu était pour lui ce ferme rocher, dont parle David, où s'appuyait sa constance, et il lui rendait le culte ordinaire le plus régulier. Il avait passé sa vie à contempler le créateur dans son œuvre, chargé d'années, il pouvait se rendre ce témoignage que ses observations n'avaient pas été stériles et qu'il avait contribué à la splendeur de la vérité.

Toujours indifférent aux avantages personnels, Gosselet n'avait point brigué les honneurs, ils étaient venus cependant avec les années. Officier de la Légion d'honneur, doyen de sa Faculté, correspondant de l'Institut et de nombreuses sociétés savantes étrangères, sa place était marquée parmi les membres de l'Institut. L'Académie des sciences connaissait ses titres et en appréciait le mérite, aussi quand sa nouvelle section fut créée pour ses membres non résidents, il fut des premiers à en faire partie.

Les services qu'il avait rendus avaient semblé assez éclatants à ses pairs, les géologues de langue française, pour justifier en sa faveur des mesures d'exception: à ce titre, il fut élu en 1894 président de la

Société géologique de France, honneur qui n'avait point encore été fait à un professeur de province. Il fut élu dans les mêmes conditions président de la Société géologique de Belgique, hommage unique rendu à aucun autre étranger, et mérité au dire de son successeur à la présidence, parce qu'il avait eu sur la géologie belge une influence considérable.

Qu'il présidât d'ailleurs des réunions géologiques à Bruxelles, à Paris, ou à Lille, partout il apportait au fauteuil même dévouement et égale assiduité. « Chacun de nous, disait-il, en prenant la présidence de la Société belge, doit se faire apôtre et recruter de nouveaux adhérents, parmi cette riche population de la Belgique, qui doit au labeur de ses habitants, à la liberté de ses institutions, à la sagesse de ses souverains une prospérité sans égale sur le continent. »... « Quelque heureux qu'il soit, l'homme ne se contente pas du bonheur présent, il rêve une félicité plus grande. Nous aussi nous rêvons pour notre Société une ère nouvelle de progrès. » Toutefois ces rêves du président Gosselet n'excluaient pas l'action et pendant sa présidence de la Société géologique de France on le vit multiplier ses efforts auprès de ses confrères, auprès de l'opinion publique, et même jusqu'à conduire auprès du ministre de l'Instruction publique une délégation de la Société, pour plaider la cause de la géologie sacrifiée dans les programmes d'études des divers enseignements.

Convaincu de l'action efficace du président dans la direction des discussions et dans l'intérêt des séances, il n'admit jamais que la distance de Paris à Lille, l'autorisât plus que celle qui le séparait de ses vingt ans, à en manquer aucune. Il ne fit jamais défaut à une réunion, et cependant, après la séance, il y avait l'expiation, le retour dans un train de nuit qui ne le ramenait au laboratoire qu'au lever du jour. Nous l'y trouvions comme d'habitude, le premier à l'ouvrage.

Sa vie ne devait connaître ni repos, ni défaillances, ni vieillesse. La mort qui vint le frapper le trouva debout, dans le musée qu'il avait créé, au travail pour la science et pour le pays. Sa fin fut heureuse à son gré, comme l'avait été sa vie : « Tous les hommes recherchent d'être heureux, a dit Pascal, cela est sans exception. Quelques différents moyens qu'ils y emploient, ils tendent tous à ce but ». Les moyens que Gosselet mit en œuvre pour y réussir, il les dévoila à ses amis le jour où ils fêtaient son jubilé académique : il chercha le bonheur hors de lui, au-dessus des atteintes de l'adversité et il l'y trouva, content de son sort et pleinement rassasié de la douceur goûtée à devoir tout, — à ce qu'il aimait.

Vivre pour ce que l'on aime, vivre par ce que l'on aime, est-il de condition plus enviable ?

Vivre pour la jeunesse et se donner à elle, avec tout ce que l'on a dans la tête et dans le cœur, en la poussant plus loin qu'on a été soi-même, — vivre pour la jeunesse, en puisant dans son commerce de chaque jour au trésor d'idéal et d'espérances confié par Dieu aux âmes de vingt ans, telle fut pour Gosselet, la vie du professeur !

Vivre pour la science et par la science, commander aux océans et aux montagnes, tracer comme un dieu leurs limites aux mers du passé et leur marche aux montagnes, les faire bondir et déferler devant ses disciples au gré de ses théories, découper les frontières des provinces naturelles sans effusion de sang, remonter par le raisonnement dans l'immensité des temps incommensurés, s'élever assez haut dans son rêve pour planer au-dessus des misères humaines, descendre assez bas dans son vol pour voir et déceler tout ce que la terre renferme d'utile à l'homme dans ses flancs, — tel était pour Gosselet, le destin enchanté du géologue !

Ce fut le sien.

La mémoire de cette vie de géologue, toute consacrée à la jeunesse studieuse et à l'étude désintéressée de la Terre, mérite d'être précieusement conservée par la Société géologique.

JULES BERGERON

PAR A. Bigot¹

Le 27 mai 1919, Jules Bergeron était enlevé subitement, à l'âge de 66 ans, à l'affection des siens, à ses travaux scientifiques, aux œuvres sociales auxquelles il apporta jusqu'à son dernier jour un dévouement inlassable.

En faisant part de cette mort à la Société géologique, M. de Margerie a déjà rappelé les services exceptionnels que Jules Bergeron a rendus à la Société et exprimé le vœu qu'une notice détaillée fit ressortir la haute valeur de l'œuvre scientifique de notre confrère.

Une notice scientifique insérée dans les Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France² nous apprend que « Jules Bergeron naquit le 5 mai 1853 à Paris. Par son père, le docteur Jules Bergeron, secrétaire perpétuel de l'Académie de Médecine, lui-même fils de médecin, il avait un atavisme scientifique ; par sa mère, née Le Roy-Dufour, il descendait d'une souche d'industriels lyonnais.

« Ces deux tournures d'esprit devaient se retrouver en Jules Bergeron pour en faire un savant toujours curieux des applications de la science à l'industrie, mais qui gardait en pareille matière l'indépendance et le désintéressement absolus du véritable homme de science.

C'est sans doute pour obéir à l'une de ces tendances que Bergeron entra à l'École Centrale, d'où il sortit ingénieur, le 6 août 1876, dans la section des métallurgistes. Il est probable aussi que c'est là que les enseignements de M. de Selles, chargé de l'enseignement de la Géologie et de la Minéralogie à l'École et dont Bergeron devait être plus tard le successeur, firent naître chez celui-ci le goût des études géologiques, car moins de deux ans plus tard, le 7 mai 1878, il entra comme préparateur-adjoint au Laboratoire de Géologie de la Sorbonne, qu'il ne devait quitter qu'en 1905 avec le titre de directeur-adjoint, après avoir été successivement préparateur titulaire, le 1^{er} octobre 1878, sous-directeur le 1^{er} novembre 1891, directeur-adjoint le 10 mai 1897. Le 20 février 1893, il était chargé du cours de Géologie à l'École Centrale, et nommé professeur à cette École le 1^{er} novembre 1894.

A partir de cette époque, l'activité de Bergeron se partage entre les recherches de science pure, leurs applications à l'industrie, les fonctions administratives qui sont la conséquence du rôle que lui donne son enseignement à l'École Centrale.

1. Notice nécrologique lue à la séance du 12 avril 1920.

2. *Bulletin* de juillet 1919.



J. Bergeron

Président de la section des Mines et de Métallurgie de la Société des Ingénieurs civils de France en 1907-1908, il devient en 1909 vice-président, et en 1910 président de cette Société, situation considérable, qui récompensait une activité et des initiatives dont les industriels avaient apprécié la valeur.

Presque au début de sa carrière scientifique, Bergeron avait été attaché au Service de la Carte géologique de France comme collaborateur-adjoint en 1884. Devenu collaborateur principal en 1891, Bergeron a contribué à l'exécution de 7 feuilles de la Carte géologique détaillée avec MM. Depéret, Nicklès, Thevenin, Dereims, Authelin. La part de Bergeron dans l'exécution de ces feuilles se rapporte aux terrains primaires de la Montagne Noire.

L'œuvre principale de Bergeron a en effet pour objet l'étude des terrains primaires du massif montagneux que les plateaux jurassiques des Causses séparent du Massif Central et qu'il a décrit sous le nom de Montagne Noire et de Rouergue. Ce territoire devait rester le domaine de prédilection de ses études géologiques ; il a multiplié sur lui les recherches, les observations, les descriptions, d'abord dans sa thèse de doctorat ès sciences, publiée en 1899, puis dans une série de notes et mémoires, échelonnés jusqu'en 1907, dans lesquels il a traité des questions de stratigraphie, lithologie, tectonique, paléontologie.

En 1883, on ne connaissait dans la Montagne Noire que les horizons fossilifères signalés aux environs de Cabrières par Fournet, Graff, de Verneuil, de Grasset, de Tromelin, de Rouville. Ce dernier étudiait depuis trente ans la géologie de la commune de Cabrières et s'apprêtait à en publier une monographie. Mû par un louable sentiment de déférence envers le géologue de Montpellier, Jules Bergeron s'abstint de retourner dans l'Hérault avant la publication de ce travail, qui ne parut qu'en 1886. Pendant ces trois années, que Bergeron avait occupées à commencer l'étude du Rouergue, de Rouville avait découvert de nouveaux horizons fossilifères qui permirent à MM. Barrois, von Koenen et Frech de déterminer l'existence de plusieurs horizons.

Quand Bergeron reprit en 1886 ses explorations dans la Montagne Noire, il restait cependant beaucoup à trouver dans cette région. La stratigraphie était à établir ; il est arrivé qu'elle était beaucoup plus compliquée qu'on ne le soupçonnait alors, parce que nos connaissances sur la structure des chaînes de montagnes étaient encore rudimentaires ; aussi Bergeron a-t-il été conduit à modifier ses premières conclusions sur la tectonique de la région.

Il restait d'autre part à découvrir un certain nombre d'horizons fossilifères. La découverte la plus sensationnelle fut celle

de la faune cambrienne. Elle n'est pas due au hasard ; en la signalant à l'Académie des Sciences le 30 janvier 1888, Hébert disait qu'elle était le résultat de recherches méthodiques dans des schistes et des calcaires que, dès l'année précédente, Bergeron rapportait au Cambrien. Le premier vestige de la faune de ces couches était une contre empreinte d'un minuscule céphalon de Trilobite à la surface d'un morceau de schiste que Bergeron avait recueilli au cours de sa campagne de 1887. Le moulage de cette empreinte, fait au Laboratoire de géologie de la Sorbonne, permit à Munier-Chalmas et à Bergeron de reconnaître un céphalon de *Conocoryphe*, genre caractéristique du Cambrien.

Parti en plein hiver pour l'Hérault, Bergeron eut la grande satisfaction de découvrir à Ferrals-la-Montagne une couche de schiste contenant en abondance des Trilobites caractéristiques du Cambrien moyen, les uns appartenant à des espèces spéciales, les autres à des espèces de la faune primordiale de Bohême. Aujourd'hui encore, malgré des recherches multipliées en Normandie, en Bretagne, dans l'Ardenne, les Pyrénées, la localité de Ferrals-la-Montagne est la seule localité en France où l'on connaisse les Trilobites de la faune cambrienne, et la Montagne Noire est la seule région française où le parallélisme des assises antérieures à l'Ordovicien soit établi sur les bases rigoureuses de la Paléontologie.

La recherche des autres niveaux du Cambrien fut moins heureuse. Elle n'aboutit qu'à faire reconnaître l'existence de fragments d'*Archæocyathidæ* dans les calcaires inférieurs aux schistes à *Paradoxides*. La découverte d'autres horizons de l'Ordovicien et du Dévonien, une détermination plus rigoureuse des faunes, des descriptions d'espèces nouvelles, des comparaisons avec les horizons des régions classiques de Bohême, Saxe et Palatinat, permirent de fixer la succession et le classement des terrains primaires de la Montagne Noire.

Bergeron établit ainsi que, depuis le Cambrien jusqu'au Dinantien inclusivement, la Montagne Noire a fait partie d'un vaste géosynclinal s'étendant de l'Espagne à la Bohême. La persistance de ce géosynclinal pendant cette longue période s'affirme par la présence de formes telles que les *Paradoxides rugulosus* et *Conocoryphe coronata* du Cambrien, la *Cardiola interrupta* et les *Graptolithes* du Gothlandien, le *Menecerus terebratum* du Givétien, les *Gephyroceras* du Frasnien, les *Glyphioceras* du Dinantien.

Dans la Montagne Noire, depuis le Cambrien jusqu'au Dinan-

tien, inclusivement, tous les termes sont concordants. A la fin du Tournaisien commencent à s'esquisser les premières rides, mais ce n'est qu'après le Dinantien que les poussées venant du Sud-Est disposent les assises en une série de plis de direction varisque, auxquels succèdent des charriages et des effondrements.

Une nappe venant du Sud-Est s'avance vers le flanc méridional de la Montagne Noire qu'elle recouvre en partie. Cette nappe devait avoir sa racine dans les plaines de l'Aude et de l'Hérault. Elle s'est morcelée en trois écailles qui chevauchent l'une sur l'autre.

Dans l'écaille inférieure, dont la base est formée par les schistes de Trémadoc, une série de termes, en superposition anormale, se termine par le Carbonifère inférieur, plongeant sous les schistes ordoviciens du Trémadoc, qui constituent également la base de la seconde écaille. Dans celle-ci, les assises forment des anticlinaux le plus souvent déversés vers le Nord. Les schistes tournaisiens de cette écaille s'enfoncent encore au Nord sous les schistes ordoviciens de Trémadoc, base de la troisième écaille, la moins étendue, mais la plus célèbre, parce qu'elle renferme les localités de Cabrières, du Pic de Bissous, et les gisements fossilifères reconnus tout d'abord dans la Montagne Noire.

Alors que le Viséen fait partie des écailles, le Stéphanien du bassin de Neffiez repose directement sur la deuxième et la troisième. Le charriage a donc dû se produire entre le Dinantien et le Stéphanien, c'est-à-dire pendant le Westphalien, qu'aucun sédiment ne représente d'ailleurs dans la région. La Montagne Noire, annexé du Plateau Central, est comme lui un fragment des Altaïdes.

Sous l'action des poussées qui donnaient naissance aux écailles, le magma granitique s'élevait des profondeurs et transformait les roches sédimentaires. Ce métamorphisme n'a pas été constaté sur les assises viséennes, mais les écailles renferment des termes métamorphiques, tandis que les sédiments du Stéphanien inférieur contiennent des galets de ces roches métamorphiques. La venue du granite serait donc comprise entre la fin du Dinantien et le commencement du Stéphanien ; elle serait d'âge westphalien.

Aucun représentant des formations antérieures au Cambrien n'est connu dans la région. Le métamorphisme ne paraît avoir affecté que les sédiments cambriens. Sur le versant septentrional de la Montagne Noire, les schistes de ce terrain sont transformés en micaschistes et en gneiss, les calcaires intercalés en cornes vertes compactes et en amphibolites. Quant le métamorphisme atteint son maximum, les gneiss passent au granite. Dans

le Rouergue, le magma granitique, ayant traversé en profondeur des roches calcaires a donné par endomorphisme la norite et la périclase d'Arvieu.

Cette monographie qui a demandé cinq années de recherches sur le terrain a nécessité des voyages de comparaison avec les régions classiques, la Bohême pour l'étude du Cambrien et des calcaires de Konieprus, le Harz pour le Dévonien, le Palatinat pour le Permien.

Elle a nécessité aussi la description d'espèces nouvelles, particulièrement importantes et caractéristiques, telles que celles de la faune Cambrienne de Ferrals-la-Montagne, le nouveau genre *Asaphelina* du Trémadoc, les Trilobites et Brachiopodes du Dévonien moyen et supérieur.

Bergeron a également étudié des fossiles étrangers à la Montagne Noire ; il a séparé des *Calymmene*, sous le nom de *Calymmenella*, les *Calymmene Bayani* du Massif armoricain et *Boisseli* de la Montagne Noire, qui se distinguent des vrais *Calymmene* par la forme rostrée de leur limbe. Il a décrit les *Calymmene Lennieri* et *Trinucleus Grenieri* de l'Ordovicien de la Hague. L'examen d'une plaque calcaire rapportée de Chine lui a fait distinguer sous le nom de *Drepanura Presmenili* un Trilobite nouveau, qu'il a rapporté au Cambrien, et qui s'est trouvé avoir une grande extension. Bergeron avait souligné que la présence de cette forme, inconnue dans le Cambrien d'Europe fortifiait le contraste avec la faune de la région septentrionale du Pacifique, connue depuis par les beaux travaux de Walcott.

Au cours de la mission envoyée en Andalousie à la suite du tremblement de terre de 1884, Bergeron eut l'occasion de recueillir une nombreuse série de Mollusques dans le *bizcornil* de San Pedro d'Alcantara. L'étude de ces Mollusques le conduisit à admettre que le détroit de Gibraltar, ou une brèche analogue, existait déjà au début du Pliocène et permettait le mélange des formes atlantiques aux formes méditerranéennes.

Une communication faite en 1896 à la Société des Ingénieurs civils de France sur l'extension possible des différents bassins houillers de la France devait donner à Bergeron l'occasion, non seulement de reprendre l'étude des bassins qu'il avait déjà personnellement étudiés, comme ceux de Decazeville, Carmaux, Graissessac, mais de tenter une coordination des conditions qui règlent l'emplacement des bassins houillers du Massif Central et de leurs prolongements.

. Ces recherches, d'une haute portée pratique, ont fait, à partir de ce moment l'objet principal des préoccupations de Bergeron. Il y trouvait l'occasion de montrer quels services la science théorique peut rendre à l'industrie, avec laquelle il était en contact permanent par ses fonctions à l'École centrale et à la Société des Ingénieurs civils.

En 1898, Bergeron reprenait, avec MM. Jardel et Picandet, l'étude du bassin de Decazeville, qu'il avait commencée en 1887. La distribution des deltas conduisait les auteurs à limiter les régions dans lesquelles ont pu se déposer les alluvions végétales, et par suite la distribution des couches de houille.

Auguste Michel Lévy avait donné un premier essai de coordination des plis houillers du Massif Central. Pour Bergeron, la direction armoricaine ou varisque des dépressions sur les bords de ce massif a été imposée par l'allure préexistante des couches à la suite des plissements post-dinantiens. A l'intérieur du massif, les dépressions stéphaniennes correspondent le plus souvent à de grands chenaux d'effondrement, qui le traversent suivant une direction voisine du Nord-Sud, tandis que dans le Rouergue elles s'orientent Est-Ouest ; elles sont en relation avec les massifs cristallins. Les chenaux ont été envahis par la mer pendant le Permien et une partie du Jurassique ; à l'époque oligocène, des eaux douces ou saumâtres ont pénétré de nouveau dans quelques-uns d'entre eux.

Partant du principe de la continuité des plis, de leurs relations avec les failles d'effondrement, considérées comme des chenaux houillers, de leur rajeunissement par des plis posthumes, Bergeron a cherché à orienter les recherches du terrain houiller dans les parties de ces plis cachées par les terrains secondaires ou tertiaires.

Il indiquait en 1896 que le bassin de Sarrebrück pouvait se prolonger jusqu'en cette partie de la Lorraine qu'on appelait alors la Lorraine française. Cinq ans plus tard, à la suite d'une étude entreprise à la demande de plusieurs industriels de l'Est, Marcel Bertrand et Bergeron affirmaient que la continuité des assises houillères de Sarrebrück vers le Sud-Ouest était certaine, mais il leur semblait toutefois que le Houiller devait se trouver dans cette partie de la Lorraine à une profondeur qui ne permettait pas d'en prévoir l'exploitation. On sait que notre regretté confrère Nicklès a montré que des ondulations transversales du bassin avaient produit des dômes dont l'arasement avait ramené le Houiller à une profondeur raisonnable, et quels ont été les résultats de la campagne de recherches, entreprise sur ces données géologiques par les industriels de l'Est.

L'allure en dômes du Houiller, constatée dans la partie nord du bassin, se poursuit donc dans la Lorraine occidentale. Mais ce Houiller de la partie nord du bassin est en outre affecté à son bord méridional par des failles faiblement inclinées sur l'horizon, se prolongeant sur plusieurs kilomètres à travers les différentes concessions et les découpant en écailles. Pour Bergeron, le bassin de Sarrebrück serait formé par une nappe de charriage d'une très grande surface, dans laquelle le Houiller, refoulé sur le Permien, en serait séparé par une brèche de friction. Des accidents analogues se rencontreraient dans le bassin de Ronchamp.

Bergeron s'est également occupé du prolongement des plis du Massif Central vers l'Ouest, où ils prennent la direction armoricaine. Leur allure est différente de celle des plis de l'Est, qui sont caractérisés par des charriages, tandis que ceux de l'Ouest ne présentent que des redressements de couches. Toutefois, à partir de 1897, à la suite d'études de géologie appliquée dans la région des gîtes ferrifères de Basse-Normandie, Bergeron a été amené à considérer que l'allure des bandes synclinales du Massif armoricain est due, sinon à des charriages, tout au moins à des déplacements horizontaux.

Jules Bergeron a tenu une grande place dans la Société géologique, dont il a fait partie durant quarante et un ans. Il y a rempli avec le zèle le plus scrupuleux les fonctions d'archiviste en 1885, de vice-secrétaire en 1888-1889, de secrétaire en 1890 et 1891.

La Société lui doit une reconnaissance toute particulière pour la fondation des *Mémoires de Paléontologie*. « C'est surtout, a dit M. Emm. de Margerie, à partir de 1894, que l'activité de Bergeron se montra féconde au profit de la Société. Cette date est en effet celle de la fondation des *Mémoires de Paléontologie*, dont notre confrère fut véritablement l'initiateur, et dont il surveilla la publication jusqu'en 1900. L'abondance et la variété des documents qui, depuis lors, ont été mis à la disposition des naturalistes, justifient pleinement, semble-t-il, l'intérêt de l'entreprise à laquelle son nom restera attaché. Bergeron souhaitait que la France pût disposer, comme l'Angleterre, la Suisse, l'Allemagne le faisaient déjà, d'un recueil spécial, dans lequel seraient décrits les fossiles encore inédits de nos grandes collections, ou ceux que des recherches nouvelles de nos voyageurs et de nos géologues amèneraient à découvrir. Cinquante-deux mémoires différents, publiés depuis un quart de siècle, avec plus de quatre cents planches, attestent combien notre confrère avait été bien inspiré, en suscitant une collection également honorable pour la science française et pour le groupement libre qui n'avait pas hésité à en risquer les frais ».

Dès 1890 la Société géologique avait consacré l'importance de l'étude de Bergeron sur la Montagne Noire en lui attribuant le prix Viques-

nel, récompense qui suivait le prix Vaillant, décerné en 1888 à la mission d'Andalousie, dont Bergeron faisait partie. La Société a encore témoigné son estime à l'œuvre de Bergeron en l'appelant à la présidence en 1898.

Telles furent la carrière et la vie scientifique de notre confrère. A ces travaux ne s'est pas bornée son activité. Fondateur de l'Association des Ingénieurs et Hygiénistes municipaux, il s'intéressait aussi à la Ligue contre l'alcoolisme, à l'œuvre des Sanatoriums maritimes, se rappelant le rôle joué à l'Académie de médecine par son père, à la mémoire duquel il conservait une reconnaissance et une affection touchantes.

Caractère enthousiaste, épris pour la science d'une passion absolument désintéressée, Bergeron s'est montré l'un des représentants de cette grande bourgeoisie par laquelle se maintiennent les traditions de travail et d'honneur qui, à travers les époques troublées de notre histoire, assurent l'unité de la France et sa dignité sociale. On a pu dire avec une absolue vérité qu'il a apporté dans tous ses actes comme dans tous ses travaux une scrupuleuse probité intellectuelle, un égal souci d'assurer toutes les tâches, même les plus obscures et les plus ingrates. Foncièrement aimable et bon, il a souvent obligé ses jeunes confrères, non seulement de ses conseils et de son influence, mais en les aidant de ses ressources personnelles pour leur permettre de continuer leurs études et leurs travaux.

Des natures aussi aimantes supportent mal des périodes comme celle que nous venons de subir. Sans doute le spectacle de tant de maux injustement déchainés, la préoccupation du sort de quatre de ses fils sur le front, ont hâté la fin prématurée de notre confrère.

Que pour sa famille la certitude qu'il a été un homme utile, aimé et respecté, s'ajoute à l'hommage que la Société géologique lui renouvelle de notre respectueuse et unanime sympathie.

LISTE DES PUBLICATIONS DE JULES BERGERON

1. — Recherches expérimentales sur le mode de formation des cratères de la Lune. *C. R. Ac. Sc.*, XCV, p. 324, 14 août 1882.
2. — Excursions géologiques aux environs de Beauvais (en collaboration avec M. Charles JANET). *Mémoires de la Société académique de l'Oise* 1883.
3. — Note sur les terrains Silurien et Dévonien de Murasson (Aveyron). *B. S. G. F.*, 1884, (3), XII, p. 121.
4. — Note sur les Strobiles du *Walchia piniformis*. *B. S. G. F.*, 1884, (3), XII, p. 533.
5. — Sur la constitution géologique de la Serrania de Ronda (en collaboration avec M. MICHEL-LÉVY). *C. R. Ac. Sc.*, C, p. 1054, 20 avril 1885.
6. — Sur le terrain permien des départements de l'Aveyron et de l'Hérault. *C. R. Ac. Sc.*, CI, p. 179, 13 juillet 1885.
7. — Sur les roches cristallophylliennes et archéennes de l'Andalousie

- occidentale (en collaboration avec M. MICHEL-LÉVY). *C. R. Ac. Sc.*, CII, p. 640 et 709, 15 et 22 mars 1886.
8. -- Sur la constitution géologique de la Montagne Noire. *C. R. Ac. Sc.*, CIV, p. 530, 21 février 1887.
 9. -- Note sur le bassin houiller d'Auzits (Aveyron). *B. S. G. F.*, 1887, (3), XIV, p. 263.
 10. -- Étude paléontologique et stratigraphique des terrains anciens de la Montagne Noire. *B. S. G. F.*, 1887, (3), XV, p. 373.
 11. -- Note sur l'existence probable d'une nouvelle assise du Dévonien inférieur sur le versant méridional de la Montagne Noire. *B. S. G. F.*, 1887, (3), XV, p. 756.
 12. -- Sur l'hypérite d'Arviu. *C. R. Ac. Sc.*, CV, p. 247, 25 juillet 1887.
 13. -- Observation sur la « Notice sur la Carte géologique du département du Tarn ». *Assoc. fr. Av. Sc. Congrès de Toulouse*, 1887, XVI, 1^{re} partie, p. 230.
 14. -- Observation sur l'origine et les causes des volcans et des tremblements de terre. *Ass. fr. Av. Sc. Congrès de Toulouse*, 1887, XVI, 1^{re} partie, p. 236.
 15. -- Observation sur le Silurien de Belgique. *Ass. fr. Av. Sc. Congrès de Toulouse*, 1887, XVI, 1^{re} partie, p. 238.
 16. -- Observation sur les faunes silurienne et dévonienne de la Haute-Garonne. *Ass. fr. Av. Sc. Congrès de Toulouse*, 1887, XVI, 1^{re} partie, p. 238.
 17. -- Étude géologique de la partie sud-ouest de la Montagne Noire. *Ass. fr. Av. Sc. Congrès de Toulouse*, 1887, XVI, 2^e partie, p. 447.
 18. -- Étude géologique du bassin houiller de Carmaux. *Ass. fr. Av. Sc. Congrès de Toulouse*, 1887, XVI.
 19. -- Note sur les terrains primitif, archéen, cambrien et silurien du versant méridional de la Montagne Noire. *B. S. G. F.*, 1887, (3), XVI, p. 240.
 20. -- Réponse à une note de M. de Rouville. *B. S. G. F.*, 1887, (3), XVI, p. 215.
 21. -- Sur la présence de la faune primordiale (Paradoxidien) dans les environs de Ferrals-les-Montagnes (Hérault) (en collaboration pour la partie paléontologique avec M. MUNIER-CHALMAS). *C. R. Ac. Sc.*, CVI, p. 375, 30 janvier 1888.
 22. -- Sur la présence de la faune primordiale (Paradoxidien) dans les environs de Ferrals-les-Montagnes (Hérault). *B. S. G. F.*, 1888, (3), XVI, p. 282.
 23. -- Réponse au Dr Frech de Halle. *B. S. G. F.*, 1888, (3), XVI, p. 935.
 24. -- Note sur les bassins houillers de Graissessac et de Decazeville. *B. S. G. F.*, 1888, (3), XVI, p. 1032.
 25. -- Sur le Cambrien et sur l'allure des dépôts paléozoïques de la Montagne Noire. *C. R. Ac. Sc.*, CVII, p. 760, 5 novembre 1888.
 26. -- Note sur les roches éruptives de la Montagne Noire. *B. S. G. F.*, 1888, (3), XVII, p. 54.
 27. -- Étude géologique de la Serrania de Ronda (en collaboration avec M. MICHEL-LÉVY). *Mémoires présentés par divers savants à l'Acad. des Sc. de l'Inst. de Fr.*, 1889, XXX, p. 171.
 28. -- Étude géologique du massif ancien situé au sud du Plateau Central. Thèse de docteur ès sc. *Annales des Sciences géol.*, 1889, XXII.
 29. -- Présentation de fossiles nouveaux trouvés à Cabrières. *B. S. G. F.*, 1889, (3), XVII, p. 466.

30. — Sur une nouvelle espèce d'Arethusina et sur le Dévonien de la Montagne Noire. *B. S. G. F.*, 1889, (3), XVII, p. 556.
31. — Réponse à la note de M. le professeur de Rouville sur le Paléozoïque de l'Hérault. *B. S. G. F.*, 1889, (3), XVIII, p. 13.
32. — Sur la présence dans le Languedoc de certaines espèces de l'étage du Silurien supérieur de Bohême. *B. S. G. F.*, 1889, (3), XVIII, p. 171.
33. — Observations sur le niveau de l'Arenig inférieur de la Montagne Noire. *B. S. G. F.*, 1889, (3), XVIII, p. 177.
34. — Observations sur de nouvelles formes de Trilobites trouvées dans l'Arenig inférieur. *B. S. G. F.*, 1890 (3), XVIII, p. 364.
35. — Sur une forme nouvelle de Trilobites de la famille des Calymenidae genre Calymenella. *B. S. G. F.*, 1890, (3), XVIII, p. 365.
36. — La faune primordiale. *Feuille des jeunes naturalistes*, 20^e année, septembre 1890.
37. — Observations sur la dalle des Pyrénées et le Dévonien de la Montagne Noire. *C. R. somm.*, *B. S. G. F.*, 1891, (3), XIX, p. XLVIII.
38. — Observations relatives à l'origine de la serpentine. *C. R. somm.*, *B. S. G. F.*, 1891, (3), XIX, p. CXLV.
39. — La faune dite « primordiale » est-elle la plus ancienne ? *Revue générale des Sciences*, II, p. 781, 15 décembre 1891.
40. — Contributions à l'étude géologique du Rouergue et de la Montagne Noire. *B. S. G. F.*, 1892, (3), XX, p. 248.
41. — Sur les terrains anciens de la Bohême et du Harz. *C. R. somm.*, *B. S. G. F.*, 1892, (3), XX, p. CIII.
42. — Notes paléontologiques. Crustacés I. *B. S. G. F.*, 1893, (3), XXI, p. 333, 2 pl.
43. — Sur les différents termes du Cambrien. *C. R. somm.*, *B. S. G. F.*, 1893, (3), XXI, p. CVIII.
44. — Notes paléontologiques. Crustacés II. *Bull. Soc. géol. de Normandie*, 1894, XV, p. 42, 1 pl.
45. — Réponse à MM. de Rouville, Delage et Miquel. *C. R. somm.*, 19 février 1894. *B. S. G. F.*, (3), XXII, p. xxxiv.
46. — Montagne Noire, Roches cristallines. *Bull. Serv. Carte géol. de France*, 1894, VI, p. 61.
47. — Note sur l'allure des couches paléozoïques dans le voisinage des plis tertiaires de Saint-Chinian. *B. S. G. F.*, 1894, (3), XXII, p. 576.
48. — Notes et observations à propos de la communication de M. LONGRAIRE sur les séismes et les volcans. *Mém. Soc. Ing. civ. de France*, 1895, I, p. 442.
49. — Sur les calcaires cambriens de la Montagne Noire. *C. R. somm.*, *B. S. G. F.*, 1895, (3), XXIII, p. xcvi.
50. — Sur le métamorphisme des schistes cambriens de la Montagne Noire. *C. R. somm.*, *B. S. G. F.*, 1895, (3), XXIII, p. cxcix.
51. — Remarques relatives à deux notes de M. Miquel. *B. S. G. F.*, 1895, (3), XXIII, p. 337.
52. — Montagne Noire. Rapport sur la campagne de 1894. *Bull. Serv. Carte géol. de France*, 1895, VII, p. 67.
53. — Notes paléozoïques. Crustacés III, *B. S. G. F.*, 1895, (3), XXIII, p. 465, 2 pl.
54. — Sur le métamorphisme du Cambrien de la Montagne Noire. *C. R. Ac. des Sc.*, CXXI, p. 911, 9 décembre 1895.
55. — Le plateau du Sidobre. *La Nature*, 8 février 1896.
56. — Les récentes études sur les faunes les plus anciennes. *Revue générale des Sciences*, 1896, I, p. 259.

57. — Montagne Noire. Rapport sur la campagne de 1895. *Bull. Serv. Carte géol. de France*, 1896, VIII, p. 95.
58. — De l'extension possible des différents bassins houillers de la France. *Mém. Soc. Ing. civ. de France*, 1896, I, p. 727, pl. 169.
59. — Des eaux chlorurées sodiques dans leurs relations avec les terrains lagunaires. *Congrès international d'hydrologie*. Session de Clermont-Ferrand, 1896, p. 259.
60. — Sur quelques roches métamorphiques de la Montagne Noire. *B. S. G. F.*, 1896, (3), XXIV, p. 533.
61. — Sur les formations de la surface lunaire. *B. S. G. F.*, 1896, (3), XXIV, p. 534.
62. — Résultats des voyages de M. FOUREAU au point de vue de la géologie et de l'hydrologie de la région méridionale du Sahara algérien. *Mém. Soc. Ing. civ. de France*, 1897, I, p. 36.
63. — Feuille de Bédarieux (Roches éruptives tertiaires). *Bull. Serv. Carte géol. de France*, 1897, IX, p. 338.
64. — Observations sur l'origine des alluvions pliocènes de Courbezou et sur les roches basaltiques des environs de Bédarieux. *B. S. G. F.*, 1897, (3), XXV, p. 662.
65. — Montagne Noire. Feuille de Bédarieux. Extrémité orientale du massif ancien. *Bull. Serv. Carte géol. de France*, 1898, X, p. 123.
66. — Allure des couches paléozoïques sur le versant méridional de la Montagne Noire. *C. R. Ac. Sc.*, CXXVI, p. 1675, 6 juin 1898.
67. — Étude sur le versant méridional de la Montagne Noire. *B. S. G. F.*, 1898, (3), XXVI, p. 472.
68. — Remarque à propos de l'assimilation faite par MM. Brögger et Schmidt de la faune de la base de l'Ordovicien et de la Montagne Noire avec celle de l'étage de Tremadoc. *B. S. G. F.*, 1898, (3), XXVI, p. 487.
69. — Expérience sur la cristallisation dans un courant liquide (en collaboration avec M. GOLDBERG). *B.S.G.F.*, 1898, (3), XXVI, p. 487.
70. — Résumé des observations faites à la réunion extraordinaire de Barcelone dans les terrains primaires. *B.S.G.F.*, 1898, (3), XXVI, p. 542.
71. — Remarque sur la succession de dépôts par évaporation. *B. S. G. F.*, 1898, (3), XXVI, p. 730.
72. — Observations sur les calcaires paléozoïques de Montcada. *B..S.G.F.*, 1898, (3), XXVI, p. 763.
73. — Note sur les terrains paléozoïques de Barcelone et comparaison avec ceux de la Montagne Noire (Hérault). *B. S. G. F.*, 1898, (3), XXVI, p. 867.
74. — Progrès de la minéralogie et de la géologie dans les cinquante dernières années. *Mém. Soc. Ing. civils*, 1898, II, p. 513.
75. — Feuille de Bédarieux. *Bull. Serv. Carte géol. de France*, 1899, X, p. 509.
76. — Note sur la base du Carbonifère dans la Montagne Noire. *B.S.G.F.*, 1899, (3), XXVII, p. 36.
77. — Allocution présidentielle. *B. S. G. F.*, 1899, (3), XXVII, p. 145.
78. — Notes paléontologiques. Crustacés IV. Étude de quelques Trilobites de Chine. *B. S. G. F.*, 1899, (3), XXVII, p. 499 avec pl.
79. — Forage d'un puits artésien aux Cheminières près Castelnaudary (Aude). *B. S. G. F.*, 1899, (3), XXVII, p. 614.
80. — Études des terrains paléozoïques et de la tectonique de la Montagne Noire. *B. S. G. F.*, 1899, (3), XXVII, p. 617, pl. xviii-xx.

81. — Compte rendu de l'excursion au Col de Sainte-Colombe. *B. S. G. F.*, 1889, (3), XXVII, p. 680.
82. — Compte rendu de l'excursion de Saint-Pons à Saint-Chinian. *B. S. G. F.*, 1899, (3), XXVII, p. 682.
83. — Compte rendu de l'excursion à Roquebrun. *B. S. G. F.*, 1899, (3), XXVII, p. 724.
84. — Les basaltes de l'Escandorgue et du Salagou. *B. S. G. F.*, 1899, (3), XXVII, p. 739.
85. — Terrains paléozoïques de la Montagne Noire. *B. S. G. F.*, 1899, (3), XXVII, p. 741.
86. — Compte rendus de l'excursion de Laurens et Gabian. *B. S. G. F.*, 1899, (3), XXVII, p. 747.
87. — Compte rendu de l'excursion de Cabrières. *B. S. G. F.*, 1899, (3), XXVII, p. 760.
88. — Compte rendu de l'excursion au pic de Bissous. *B. S. G. F.*, 1899, (3), XXVII, p. 765.
89. — Observations sur le Trias des environs de Bédarieux. *B. S. G. F.*, 1889, (3), XXVII, p. 788.
90. — Feuille de Carcassonne. *Bull. Serv. Carte géol. de France*, XI, p. 448, 1900.
91. — Observations faites sur le bord méridional du lac de Mouriscot, près Biarritz. *B. S. G. F.*, 1900, (3), XXVIII, p. 22.
92. — Le massif de la Montagne Noire. *Livret-guide, VIII^e Congrès géol. intern.*, 1900.
93. — Étude géologique du bassin houiller de Decazeville (Aveyron) (en collaboration avec MM. JARDEL et PICANDET). *B. S. G. F.*, 1900, (3), XXVIII, p. 715, pl. XII.
94. — Feuilles d'Albi et de Saint-Affrique. *B. S. G. F.*, 1902, XII, p. 417.
95. — Feuilles de Saint-Affrique et du Vigan. *Bull. Serv. Carte géol. de France*, 1903, XIII, p. 577.
96. — Le volcanisme et ses théories. Lettre à M. VAN DEN BROECK. *Bull. Soc. belge de géol. pal. et hydrol.*, XVII, p. 552.
97. — Observations relatives à la tectonique de la Haute-Vallée de la Jalomita (Roumanie). *C. R. Ac. Sc.*, CXXXVII, p. 1009, 7 décembre 1903.
98. — Sur les nappes de recouvrement du versant méridional de la Montagne Noire. *C. R. Ac. Sc.*, CXXXVIII, p. 394, 8 février 1904.
99. — Alimentation de Paris en eau potable, d'après les travaux de la Commission de perfectionnement de l'Observatoire de Montsouris. *Mém. Soc. Ing. civils de France*, 1904, I, p. 84, pl. 61.
100. — Observations relatives à la structure de la haute vallée de la Jalomita (Roumanie) et des Carpathes roumaines. *B. S. G. F.*, 1904, (4), IV, p. 54.
101. — Note sur les nappes de recouvrement du versant méridional de la Montagne Noire et des Cévennes aux environs du Vigan. *B. S. G. F.*, 1904, (4), IV, p. 180.
102. — Sur les nappes de recouvrement des environs de Barcelone (Espagne) (en collaboration avec JAIME ALMERA). *C. R. Ac. Sc.*, 20 juin 1904, CXXXVIII, p. 1627.
103. — Sur les nappes de recouvrement des environs de Barcelone, (Espagne) (en collaboration avec JAIME ALMERA). *B. S. G. F.*, 1904, (4), IV, p. 705.
104. — Feuilles de Saint-Affrique et du Vigan. *Bull. Serv. Carte géol. de France*, 1904, XV, p. 211.

105. — Observations à propos d'une communication de M. Laur. *B.S.G.F.*, 1905, (4), V, p. 106.
106. — Sur la tectonique de la région située au Nord de la Montagne Noire. *C. R. Ac. des S.*, CXL, p. 466, séance du 13 février 1905.
107. — Feuilles de Saint-Affrique et du Vigan. *Bull. Serv. Carte géol. de France*, 1905, XVI, p. 94.
108. — Aplicacion de la teoria de los mantos recubrientes al estudio del Macizo del Tibidado de Barcelona (en collaboration avec Jaime ALMERA. *Memor. Real. Acad. d. Sc. y artes, Barcelona*, 1905, (3), V, 18, p. 261.
109. — Feuille de Rodez. *Bull. Serv. Carte géol. de France*, 1906, XVI, p. 362.
110. — Sur l'allure du bassin houiller de Saarbrück et de son prolongement en Lorraine française (en collaboration avec M. Paul WEISS). *C. R. Ac. Sc.*, 1906, CXLII, p. 1398.
111. — Le bassin houiller de la Lorraine. *Comptes rendus Soc. ind. min.*, p. 302, séance du 4 juillet 1906.
112. — Feuille de Rodez. *Bull. Serv. Carte géol. de France*, 1907, XVII, p. 190.
113. — Observation au sujet d'une communication de MM. LIMANOWSKI. *B.S.G.F.*, 1907, (3), VII, p. 66.
114. — Sur l'origine de la serpentinite de la série cristallophyllienne de l'Aveyron et du Gard. *C. R. Ac. Sc.*, CXLIV, p. 983, séance du 6 mai 1907.
115. — Sur les relations qui existent entre les accidents d'âge tertiaire et d'âge primaire dans les Causses et dans les Cévennes. *B.S.G.F.*, 1907, (4), VII, p. 595.
116. — Remarques sur l'allure des failles qui traversent les Causses et sur celle des failles de la région de Saint-Affrique et de Camarès. *B. S. G. F.*, 1907, (4), VII, p. 598.
117. — Compte rendu de l'excursion du 5 octobre 1907, entre Nant et Saucières. *B. S. G. F.*, 1907, (4), VII, p. 599.
118. — Compte rendu de l'excursion du 6 oct. 1907 aux environs du Vigan. *B. S. G. F.*, 1907, (4), VII, p. 601.
119. — Compte rendu des excursions des 7 et 8 oct. 1907 du Vigan à l'observatoire de l'Aigoual et à Pont d'Hérault. *B. S. G. F.*, (4), VII, p. 608.
120. — Remarques au sujet de plaques calcaires d'âge cambrien, provenant de Chine. *B. S. G. F.*, 1908, (4), VIII, p. 442.
121. — Feuille de Rodez. *Bull. Serv. Carte géol. de France*, 1908, XVIII, p. 79.
122. — Sur l'existence probable de nappes de charriage en Bretagne. *B. S. G. F.*, 1909, (4), IX, p. 13.
123. — Observations à propos d'une communication de M. TERMIER : « Sur l'existence de terrains charriés, du dessous du Houiller de Gironcourt (Vosges) ». *B. S. G. F.*, 1909, (4), IX, p. 76.
124. — Sur l'âge de la formation du détroit de Gibraltar. *B. S. G. F.*, 1909, (4), IX, p. 228.
125. — Remarques sur la tectonique de la région parcourue par la Société géologique durant la réunion extraordinaire dans la Sarthe et dans la Mayenne. *B. S. G. F.*, 1909, (4), IX, p. 572, 574, 582, 611, 649, 666.
126. — Étude des vibrations du sol lors des tremblements de terre. Cou-

séquences au point de vue théorique. *Mém. Soc. Ing. civils de France*, 1909, I, p. 344.

127. — De la science géologique et de ses applications à l'industrie. *P.V. séances de la Soc. Ing. civils de France*, 7 janvier 1910, p. 8.
128. — De l'action des poussées venues du sud sur l'allure des assises paléozoïques du NW de la France. *B. S. G. F.*, 1910, (4), X, p. 166.
129. — Observations à propos d'une communication de M. L. AZÉMA sur les nappes de charriage de Camaret (Finistère). *B. S. G. F.*, 1910, (4), X, 421.
130. — Observations sur la tectonique des Carpathes roumaines à propos d'un mémoire récent. *B. S. G. F.*, 1910, (4), X, p. 378.
131. — Puits absorbants. Rapport spécial. *Commission des inondations. Rapports et documents divers*, 1910, p. 579.
132. — Feuille de Rodez au 1/80 000 et feuille de Toulouse au 1/320 000. *Bull. Serv. Carte géol. de France*, 1910, XXI, p. 124.
133. — Observations à propos de quelques remarques sur la constitution intérieure du globe terrestre par M. Jean REV. *Mém. Soc. Ing. civils de France*, 1911, I, p. 41.
134. — Quelques observations au sujet des notes de M. P. Lemoine sur les tremblements de terre du Bassin de Paris. *C.R. somm. S. G. F.*, 1913, p. 23.
135. — Réponse aux remarques de M. P. Lemoine sur les tremblements de terre du Bassin de Paris. *C.R. somm. S. G. F.*, 1913, p. 62.
136. — Observations au sujet de quelques conclusions de M. P. Lemoine dans son mémoire sur les tremblements de terre du Bassin de Paris. *B. S. G. F.* (L), XIII, 1913, p. 14.
137. — Sur les relations qui semblent exister entre les accidents anciens de la surface de la Terre et ceux qui ont pu se produire durant le stade lunaire de notre planète. *B. S. G. F.*, (L), XIII, 1913, pp. 323-341.
138. — Étude d'un banc de grès de Fontainebleau de la Carrière d'Ormesson, près Nemours (S.-et-M.). *B. S. G. F.*, (L), XIII, 1913, pp. 444-450.
139. — Soufre natif dans les calcaires carbonifères (Petit granite) de Soignies (Belgique). *B. S. G. F.*, (L), 1915, pp. 90-94.

CARTOGRAPHIE GÉOLOGIQUE

(Service de la Carte géologique de la France.)

Feuilles à 1/80 000 en collaboration avec MM. DEPÉRET, NICKLÈS, THEVENIN, DEREIMS, AUTHELIN.

Carcassonne (Feuille N° 243). — *Castres* (Feuille N° 231). — *Bédarieux* (Feuille N° 232). — *Albi* (Feuille N° 219). — *Saint-Affrique* (Feuille N° 220). — *Le Vigan* (Feuille N° 221). — *Rodez* (Feuille N° 207).

CORRÉLATIONS ENTRE LES TERRASSES QUATERNAIRES,
LES RÉCURRENCES GLACIAIRES ET
LES MOUVEMENTS ASCENSIONNELS DE L'ÉCORCE TERRESTRE

PAR G. Zeil ¹

La lithosphère, considérée comme une mince carapace englobant la cellule terrestre, présente superficiellement des dénivellations que le niveau marin permet de fractionner en deux parties distinctes :

1° *Le substratum continental* ; 2° le substratum sous-marin ou plus simplement le *substratum marin*.

La surface du premier possède une plus grande altitude géocentrique que la surface du second.

Les agents atmosphériques, d'une part (air, eau, température) et la gravité d'autre part (eaux courantes et matériaux entraînés vers les bas-fonds) travaillent constamment à la régularisation de ces dénivellations.

Si la lithosphère était définitivement stable, le colmatage du substratum marin et l'usure du substratum continental amèneraient à la longue la forme sphéroïdale non seulement de la lithosphère, mais encore celle de l'hydrosphère.

L'étude des terrasses marines bordant la périphérie des continents a permis de démontrer que l'âge de chacune des terrasses étagées était d'autant plus ancien que la terrasse considérée était plus élevée. Cette constatation, à elle seule, s'oppose à l'hypothèse de la stabilité de l'écorce ; en effet, avec la stabilité effective, le bassin marin s'emplierait sans cesse d'apports alluvionnaires et la masse liquide refoulée verrait sans cesse s'élever son niveau. Celui-ci laisserait donc sur ses rives successives des traces d'érosions marines, qui seraient échelonnées en sens inverse de celles que nous y voyons. Il nous faut donc conclure à l'instabilité de la lithosphère, instabilité que les observations concernant les terrasses quaternaires et celles concernant les anomalies de la pesanteur vont nous permettre d'étudier sinon dans ses détails, au moins dans ses grandes lignes.

La régularisation lithosphérique actuellement en œuvre, *déchargeant* d'une part le substratum continental et d'autre part *sur-*

1. Note présentée à la séance du 19 janvier 1920 (*C. R. somm.*, 1920, p. 27).

chargeant le substratum marin, il était naturel de rechercher si ces variations partielles de masse ne pouvaient pas être les causes effectives de l'instabilité de la lithosphère.

Logiquement on comprend que tout défaut de masse (rabotage du substratum continental) et que tout excès de masse (colmatage du substratum marin) doivent entraîner des effets inverses. Comme les effets constatés sont verticaux (mouvements épirogéniques des géologues), nous sommes conduits à écrire :

Que toute décharge lithosphérique tend à l'élévation de la portion déchargée et qu'inversement toute surcharge lithosphérique tend à l'affaissement de la portion surchargée.

Conséquemment, au cours de sa lente évolution, la surface terrestre verra d'une part s'élever ses continents et d'autre part s'abaisser ses mers. Ces deux mouvements antagonistes et synchroniques sont-ils continus ou seulement périodiques ?

En 1911, dans son « Mémoire sur les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger », le général de Lamothe insiste sur l'alternance des mouvements négatifs et positifs qui ont déterminé l'abaissement de la ligne de rivage du Sahel pendant le Postpliocène ; dans son étude de 1912, « Déplacement de la ligne de rivage le long des côtes algériennes pendant le Postpliocène », il conclut ainsi :

« Les mouvements négatifs (abaissement effectif du niveau marin) sont caractérisés par leur instantanéité ou leur extrême rapidité, par leurs amplitudes relativement grandes et régulièrement décroissantes.

« Les mouvements positifs (exhaussement effectif du niveau marin) au contraire, sont caractérisés par leur extrême lenteur, par leurs amplitudes notablement moindres que celles des précédents, et qui paraissent varier dans des limites assez faibles.

« La production des mouvements négatifs ne peut guère être attribuée qu'à des effondrements intermittents qui sont très probablement, comme je l'ai indiqué, en connexion avec la formation ou l'approfondissement des abîmes océaniques pendant le Postpliocène. Un mouvement positif isolé pourrait à la rigueur être dû à une cause analogue, par exemple au déplacement centrifuge d'une portion de l'écorce ; mais cette explication est inadmissible pour une succession de mouvements positifs séparés par des mouvements négatifs. Il faudrait en effet, dans ce cas, supposer que les déplacements de la lithosphère ont été alternativement centripètes et très rapides, centrifuges et très lents, et que la succession de ces déplacements a eu lieu suivant un rythme régulier, variable avec le sens de son mouvement.

« Le seul énoncé de ces conséquences doit suffire à faire écarter l'hypothèse. On est donc conduit à admettre que les mouvements positifs sont dus à une cause très différente de celle qui a donné naissance aux mouvements négatifs, et comme la seule cause capable de déterminer systématiquement, après chaque mouvement négatif, un dépla-

cement positif extrêmement lent de la ligne de rivage, paraît être le relèvement du niveau général de la mer sous l'influence des apports continentaux, c'est à ce relèvement qu'il est logique d'attribuer tous les mouvements positifs de rivage pendant le Postpliocène algérien. »

Le général de Lamothe montre donc, que d'une part la mer monte avec l'accumulation des sédiments, puis, que d'autre part, elle descend avec le substratum qui la supporte.

Le fait que la mer monte sous l'afflux des matériaux exotiques, implique une phase de stabilité latente du substratum marin, à laquelle correspond la stabilité synchronique du substratum continental. Rabotage et colmatage marchant de pair, sans entraîner en même temps l'instabilité de la lithosphère, on est amené à conclure à une résistance tangentielle due à la cohésion latérale des molécules constituant la carapace sphérique de la terre. D'autre part, comme périodiquement et d'une façon brusquée l'instabilité l'emporte sur la stabilité, on doit également conclure que la poussée verticale s'effectue dans les deux sens sitôt que l'effet de cette dernière l'emporte sur la résistance latérale. De là, le caractère périodique des phases alternantes de stabilité et d'instabilité.

En résumé l'équilibre lithosphérique est rétabli chaque fois que les forces ascensionnelles dues aux variations partielles de masse l'emportent sur la résistance latérale de l'écorce terrestre. Pendant la phase de stabilité latente (*phase de faux équilibre*) le substratum continental s'use superficiellement et voit diminuer son altitude géocentrique ; inversement le substratum marin se colmate superficiellement et voit augmenter son altitude géocentrique. Ces variations de niveau s'accroissant chaque jour, la mer déborde peu à peu du vase qui la contient et se répand sur les bords continentaux voisins. En même temps les artères fluviales voyant s'élever leur niveau d'arrivée, coulent plus lentement et s'encombrent plus ou moins de sédiments fluviaux ; c'est la nappe de remblaiement des géologues.

De par leur usure et de par l'élévation du niveau marin les hauts sommets continentaux perdent en altitude effective et voient peu à peu disparaître ou diminuer les glaciers qui les recouvraient antérieurement. C'est la phase interglaciaire pendant laquelle la glaciation diminue d'intensité et d'étendue.

Puis quand les variations de masse sont suffisantes pour rompre la cohésion latérale, nous assistons à la phase d'instabilité ou mieux de *réajustement*. Le substratum continental allégé s'élève pendant que le substratum marin alourdi s'abaisse.

L'altitude géocentrique du substratum continental s'accroît

alors que celle du substratum marin diminue. Pour parler comme les géologues, il y a rajeunissement du relief. La mer qui fait corps avec son support s'abaisse avec lui, *laissant suspendues* les embouchures fluviales, qui se sont effectivement élevées de la somme des deux déplacements verticaux et antagonistes. Leur niveau d'arrivée étant situé très bas, les artères fluviales deviennent torrentielles ; elles *surcreusent* rapidement les nappes de remblaiements qu'elles venaient de déposer, en laissant de part et d'autre des terrasses fluviales se raccordant avec les terrasses marines abandonnées par la mer abaissée. *Les fleuves surcreuseront donc leur lit d'aval en amont* ; suivant leur pente, suivant leur débit, suivant la nature et l'allure des roches constituant ce lit, le surcreusement sera plus ou moins rapide ou plus ou moins lent.

Les hauts sommets continentaux également surélevés, par rapport au nouveau niveau marin abaissé, se couvriront de glaciers nouveaux ou verront s'accroître ceux subsistant encore. De là, l'avancée des glaciers contemporains du surcreusement des thalwegs.

M. E. Römer écrit dans le *Bulletin de la Société vaudoise* (mars 1911) : « J'ai constaté dans le Bassin du Rhône quatre cycles de soulèvement qui correspondent à quatre invasions de glaciers ; les périodes interglaciaires étaient accompagnées par un abaissement en bloc des montagnes... Le soulèvement achevé, quand les montagnes commencent à se tasser l'invasion des glaciers cessait. »

Au point de vue de l'évolution de son équilibre, l'écorce terrestre présente donc une succession de phases alternatives pendant lesquelles l'équilibre d'abord lentement rompu par l'érosion et le colmatage (phase de faux équilibre) se rétablit ensuite plus ou moins brusquement (phase de réajustement). Pendant la phase de faux équilibre, le substratum continental déchargé *pèse moins* qu'il devrait peser par rapport à l'altitude qu'il occupe. Inversement pendant la même phase, le substratum marin surchargé *pèse plus* qu'il devrait peser par rapport à son altitude propre.

Au contraire, après le réajustement les deux voussoirs s'étant rééquilibrés, leur poids alors normal correspondra à leur nouvelle altitude.

Les diverses mesures de la pesanteur qui ont été effectuées tant sur mer que sur les continents, ont montré qu'en effet le pendule indiquait en général un excès de gravité sur les mers et un défaut de la même gravité sur les continents. Ceci nous per-

met de conclure qu'actuellement la cellule terrestre se trouve dans la phase de faux équilibre. Cette conclusion trouve sa confirmation dans ce fait, qu'actuellement « le déplacement de la ligne de rivage est dans une phase positive ¹ ». C'est dire que la mer monte et que son support est en train de se surcharger. Comme un ballon *surlesté* et momentanément retenu par en haut, le substratum marin pèse trop par rapport à sa situation forcée. Au contraire, un ballon *délesté* et maintenu par son treuil, représente la situation dans laquelle se trouve actuellement le substratum continental ; celui-ci comme celui-là ne pèse pas assez par rapport à sa situation forcée.

En résumé, le substratum marin est *surimposé* et le substratum continental au contraire, est *sousimposé*.

Avec le temps, l'érosion et son aboutissement l'alluvionnement s'accroissant, les forces ascensionnelles (centrifuge et centripète) l'emporteront à nouveau, et le réajustement achevé, les géodésiens de l'avenir, s'ils existent encore, pourront alors constater une gravité uniforme tant sur terre que sur mer.

Quels que soient la nature et l'état dans lesquels se trouve la couche sous-jacente à la lithosphère, les divers voussoirs de celle-ci sont donc en équilibre ascensionnel par rapport au point géocentrique. Cet équilibre est tour à tour modifié et rétabli. Sa modification, *d'ordre externe* est produite par les variations de poids des divers voussoirs, liées elles-mêmes à la dénivellation séparant deux voussoirs contigus, alors que son rétablissement *d'ordre interne*, semble devoir obéir à la pression exercée par la couche sous-jacente de la lithosphère.

Cette façon de concevoir les variations de l'équilibre lithosphérique ouvre des horizons nouveaux sur de nombreuses questions à la fois géologiques et astrophysiques que nous comptons exposer et publier ultérieurement.

1. Général DE LAMOTHE. Déplacement de la ligne de rivage le long des côtes algériennes pendant le Postpliocène. *B.S.G.F.*, 1912, p. 343.

LE GENRE *ORBITOPSELLA* MUN.-CHALM. ET SES RELATIONS
AVEC *ORBITOLINA*.

PAR Maurice Gignoux et Léon Moret ¹.

PLANCHE VI.

I. HISTORIQUE. — Les Foraminifères que nous nous proposons d'étudier ici proviennent tous du Lias de la région de Roveredo (vallée de l'Adige, en aval de Trente) et des Sette Comuni; les « calcaires gris », où on les trouve, sont rapportés par Vacek ² au Lias inférieur et moyen; une liste assez longue de leurs gisements est donnée par Tausch dans son étude classique, *Zur Kenntniss der Faune der « grauen Kalke » der Südalpen* ³.

La première description qui en ait été donnée est celle de Gumbel, qui, dans une étude fort soignée ⁴, y distingua deux espèces, appelées par lui *Orbitolites præcursor* et *O. circumvoluta*.

Munier-Chalmas, en 1902 ⁵, dit avoir fondé pour ces formes, dès 1878, le genre nouveau *Orbitopsella*; nous n'avons pu retrouver aucune trace, dans les publications de Munier-Chalmas à cette date, de la définition de ce genre. D'ailleurs, la diagnose donnée par lui en 1902 est fort claire et s'applique sans aucune ambiguïté aux formes décrites par Gumbel. Il faut donc conserver le genre *Orbitopsella* MUN.-CHALM. 1902.

En 1902, Egger ⁶ avait repris l'étude de ces Orbitolites liasiques, et les avait rapportées inexactement au genre *Dicyclina* MUN.-CHALM., car il n'avait pas compris exactement les diverses définitions génériques proposées par Munier-Chalmas, ce qui était d'ailleurs excusable jusqu'à un certain point. A la suite des critiques faites par cet auteur dans sa note de 1902 précitée, Egger rectifia ses dénominations ⁷. Au reste son travail ne nous apprend pas grand'chose de nouveau sur ces Orbitopselles.

1. Note présentée à la séance du 19 avril 1920 (*C. R. somm.*, 1920, p. 71).

2. *Verh. d. K. K. geolog. Reichsanstalt*, 1899.

3. *Ibid.*, XV, 2. 1890.

4. Ueber zwei jurassische Vorläufer des Foraminiferen-Geschlechtes Nummulina und Orbitulites. *Neues Jahrbuch. f. Min., etc.*, 1872.

5. Sur les Foraminifères rapportés au groupe des Orbitolites. *C. R. somm. Soc. géol. Fr.*, 16 juin 1902.

6. Der Bau der Orbitolinen und verwandter Formen. *Abh. d. k. bay. Akad. d. Wiss.*, IIcl. XXI Band, III Abth.

7. Ergänzungen zum Studium der Foraminiferenfamilie der Orbitoliniden. *Ibid.* 25 janvier 1921. *Bull. Soc. géol. Fr.* (4), XX. — 9.

Enfin M. H. Douvillé¹ a cité accessoirement notre forme, qu'il place à l'origine de sa famille des Orbitolités.

Dans les travaux de ces divers auteurs, on ne trouve aucune photographie, ni même aucun bon dessin (les meilleurs sont ceux de Gümbel) du Foraminifère en question.

II. SCHEMA GÉOMÉTRIQUE DE LA COQUILLE (Fig. 1). — Comme pour tous les Foraminifères compliqués, il est nécessaire, avant tout, de se faire une idée claire de l'arrangement des loges et logettes dont se compose la coquille; cela ne serait à la rigueur pas indispensable pour des déterminations empiriques, qui peuvent être basées sur les ressemblances qu'offrent entre elles des coupes semblablement orientées, et c'est d'ailleurs ce dont se sont contentés beaucoup de paléontologistes. Mais pour avoir une idée nette des affinités d'un genre, il est indispensable de s'en représenter l'organisation générale dans l'espace.

Ce problème est assez difficile, quand il s'agit, comme ici, de Foraminifères plus ou moins bien conservés, dont certaines parties ont une structure régulière, d'autres, irrégulière; il est donc nécessaire d'examiner soigneusement de nombreuses coupes, diversement orientées, et de les comparer entre elles en raisonnant comme on le ferait sur des épures de géométrie descriptive.

Pour rendre notre exposé plus clair, nous procéderons au contraire par voie synthétique, c'est-à-dire que nous décrirons d'abord la conception géométrique que nous avons été amenés à nous faire, et que nous la justifierons ensuite *a posteriori* par l'étude des coupes minces.

A) *Structure géométrique de l'Orbitopsella adulte, type cyclostège.* — A l'état adulte (Fig. 1 et 2), l'animal a la forme d'une lentille aplatie, que nous supposerons posée à plat horizontalement, son axe, passant par le centre et perpendiculaire à l'aplatissement, étant vertical. Cette lentille est fortement *biconcave*, c'est-à-dire plus épaisse sur les bords qu'au milieu; la coquille se construit suivant le type *cyclostège* de d'Orbigny, c'est-à-dire qu'à chaque phase d'accroissement il se forme une *loge en anneau*, qui vient se surajouter à la précédente sur tout le pourtour du disque; chaque loge est un peu plus haute que la précédente, et la dépasse vers le haut et vers le bas: c'est pourquoi, à mesure qu'il croît, le disque lenticulaire s'épaissit de plus en plus par ses bords; il faut ajouter en outre que la surface périphérique du disque n'est pas cylindrique, mais fortement bombée vers l'extérieur: et c'est précisément cet *épanouissement des parties*

1. Évolution et enchaînement des Foraminifères. *B. S. G. F.*, 1906. — Les Cyclostèges de d'Orbigny. *C. R. Ac. Sc.*, 15 déc. 1919.

périphériques, où se localisent la vie active et la croissance, qui cause l'épaississement progressif du disque.

La paroi frontale courbe des loges est percée d'une grande quantité de perforations disposées irrégulièrement, qui la font communiquer avec la loge suivante ; quand le protoplasme commence à déborder, par ces ouvertures, au dehors de la loge qu'il vient de sécréter, il apparaît donc d'abord sous formes de gouttelettes distinctes, dont chacune correspond à une ouverture. Comme l'a fait remarquer M. H. Douvillé (à propos d'autres groupes), les surfaces par où ces gouttelettes vont venir se toucher seront donc des lieux d'élection pour la sécrétion du calcaire.

Et de fait chaque loge ne reste pas complètement vide, comme nous l'avons d'abord supposé ; dans son intérieur apparaissent des formations squelettiques, ou *cloisons secondaires* (endosquelette), qui relie sa paroi externe à sa paroi interne, et donnent ainsi à l'ensemble de la coquille une solidité suffisante : chaque loge va donc se trouver ainsi subdivisée, incomplètement d'ailleurs, en *logettes*. Ici, et c'est ce qui caractérise notre genre, les cloisons secondaires restent incomplètes, irrégulières et réticulées ; M. H. Douvillé les a mêmes qualifiées de « piliers lamelliformes ». Ces cloisons ou lamelles demeurent bien, dans l'ensemble, perpendiculaires aux parois des loges, c'est-à-dire parallèles à la direction de croissance de l'animal, mais elles se contournent en tous sens, se ramifient et s'anastomosent en un *réseau irrégulier*. C'est ce qui a été représenté sur la Figure 1 ; il faut faire exception, toutefois, pour les parties des loges situées immédiatement sous les faces horizontales du disque : dans ces régions en effet, il semble que le réseau des lamelles reste régulier (voir Fig. 1), de sorte qu'à la surface du disque leurs « traces » apparaissent comme des cloisons radiales bien régulières, s'étendant entre les traces concentriques des parois des loges, le tout formant un quadrillage régulier.

En somme, outre l'irrégularité du réseau formé par les cloisons secondaires, le trait caractéristique du genre est l'épaississement rapide et énorme des bords du disque : ces bords se renflent en *bourrelets*, et arrivent à se renverser vers l'intérieur du disque, fait qui ne se produit à ce degré chez aucune autre espèce de Foraminifère lenticulaire (pour ne pas compliquer notre schéma Figure 1, ce déversement du bourrelet périphérique n'a pas été figuré : les Figures 2 et 3 permettent de s'en faire une idée ; voir aussi Planche VI, fig. 7).

B) *Structure de l'Orbitopsella jeune ; type spiralé*. — Dans sa partie centrale, l'Orbitopsella ne montre plus, comme nous l'avons

décrit jusqu'à présent, une succession régulière de loges annulaires ; les premières loges sont en effet *spirales* (type *hélicostège* de d'Orbigny).

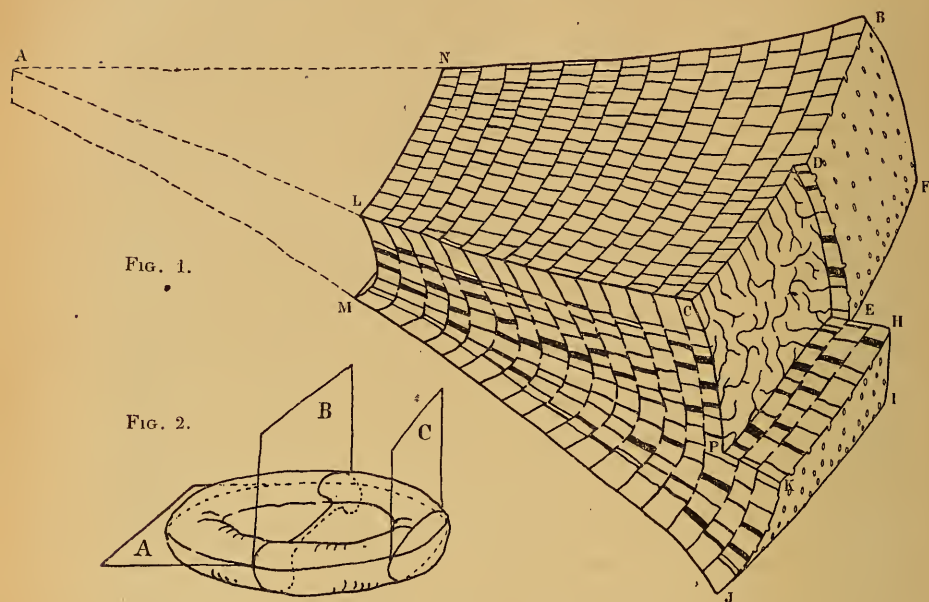


FIG. 1.

FIG. 2.

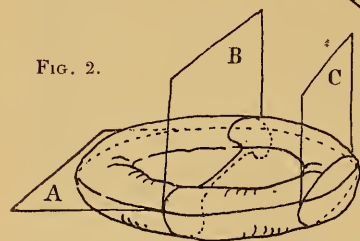


FIG. 1. — SCHEMA THÉORIQUE MONTRANT LA STRUCTURE D'*Orbitopsella*.

En ABC, *surface supérieure*, sans perforations, montrant le quadrillage régulier formé par les cloisons primaires concentriques et les cloisons secondaires radiales.

En BDEF et HIJK, *face périphérique*, montrant les perforations irrégulièrement distribuées.

En LMJKPC, *coupe axiale*, montrant les cloisons primaires en chevrons, avec leurs perforations, et les cloisons secondaires radiales : les traces de ces dernières sont d'autant plus larges qu'elles sont rencontrées plus obliquement par le plan de la coupe, l'irrégularité de cette largeur montre donc que ces cloisons sont sinueuses. Dans la zone voisine des surfaces LC et MJ, l'allure de ces cloisons est plus régulière, de sorte qu'on a là une couche régulière de logettes.

En EHKP, fragment de *coupe équatoriale*, montrant les mêmes apparences que la coupe axiale, ce qui montre que les cloisons secondaires sont obliques à la fois à ces deux coupes.

En CDEP, *coupe tangentielle* se maintenant exactement entre deux cloisons primaires, dans l'intérieur d'une même loge ; cette coupe, recoupant les cloisons secondaires perpendiculairement, montre bien leur allure réticulée irrégulière, sauf dans le voisinage de la surface CD.

N. B. — Pour simplifier, il n'a pas été tenu compte de l'hypertrophie du bourrelet marginal, qui serait déjà très marquée à ce stade, ni du déversement de ce bourrelet sur les faces planes.

On a supposé l'animal arrivé déjà au stade cyclostège, et on n'a pas représenté la phase spiralee du centre de la coquille.

FIG. 2. — CROQUIS INDIQUANT L'ORIENTATION DES DIVERSES COUPES ÉTUDIÉES.

A, coupe équatoriale ; B, coupe axiale ; C, coupe tangentielle.

En effet ces premières loges, au lieu de décrire un cercle complet, ne décrivent plus qu'un fragment de cercle (voir Fig. 3, et Pl. VI, Fig. 2, 3, 5), et en même temps elles s'élargissent rapidement ; au début l'animal a donc la forme d'une corne d'abondance, aplatie et subdivisée en loges successives (stade *Peneroplis* ou *Orbiculina*) ; puis l'ouverture de cette corne d'abondance s'épanouit de plus en plus, de sorte que ses bords finissent par se rejoindre en un point où les deux extrémités des loges se soudent ; à ce stade, la coquille a une allure *réniiforme* (Pl. VI, Fig. 3), avec un *hile* correspondant à cette région de soudure ; puis ce hile s'atténue peu à peu, de sorte que finalement les loges passent sur lui sans se déformer, et deviennent régulièrement annulaires : le type cyclostègue est dès lors constitué. Ces premières loges spiralées sont d'ailleurs garnies de cloisons secondaires comme les loges annulaires.

Enfin, pour être tout à fait exact, il faut remarquer que les premières loges sont en réalité *embrassantes*, comme dans le type Nummulite, c'est-à-dire qu'elles ne se bornent pas à border le front périphérique de la coquille, mais qu'elles en recouvrent les faces inférieure et supérieure, en allant jusqu'au centre ; il s'ensuit que ces premières loges ne sont pas visibles à l'extérieur de la coquille, puisqu'elles sont entièrement recouvertes par les suivantes (voir Pl. VI, Fig. 1).

Il nous reste maintenant à justifier l'interprétation théorique que nous venons de donner par l'examen de l'extérieur de l'animal et par l'étude de coupes minces convenablement orientées.

III. ASPECT EXTÉRIEUR D'*Orbitopsella*. — Le diamètre peut atteindre 17 à 18 mm., nous avons rencontré des formes jeunes ne dépassant pas 1 à 2 mm. Dans l'adulte, les bords sont plus ou moins renflés suivant les individus, et Gumbel (voir ses figures) avait cru pouvoir à ce point de vue distinguer deux espèces : *O. præcursor* à bords minces (voir Pl. VI, Fig. 8), et *O. circumvulvata* à bourrelets très épais et déversés sur les faces planes (voir Pl. VI, Fig. 7). En réalité, comme l'a déjà dit Egger, on rencontre tous les intermédiaires entre ces deux formes extrêmes ; nous n'admettons qu'une seule espèce, à laquelle doit rester le nom d'*O. præcursor* qui est la première forme décrite par Gumbel.

L'extérieur de la coquille (voir Pl. VI, Fig. 7 et 8) est en général encroûté, et les parties creuses médianes délimitées par le bourrelet périphérique sont remplies de gangue marneuse qu'on doit enlever avec précaution pour pouvoir examiner le centre ; cette partie centrale est très mince, et a souvent été détruite, du vivant même de l'animal, qui était incapable de la reconstruire,

puisque la vie et la croissance sont localisées sur le bourrelet. Nous avons fréquemment rencontré, empâtées dans cette gangue centrale comme dans un nid, de véritables *colonies de très petites Orbitopselles* qui sont évidemment des jeunes restés au contact de leur parent (voir Pl. VI, Fig. 3).

Après avoir nettoyé à l'eau acidulée des spécimens bien dégagés, on peut y observer, à la loupe binoculaire, les détails suivants : Sur les faces supérieure et inférieure, qui sont d'aspect identique, on voit une série d'*anneaux concentriques* très réguliers, dont chacun correspond à une loge ¹ ; dans la partie centrale, l'allure *réiforme* des loges et le hile décrits plus haut sont extrêmement nets. Entre les cloisons primaires concentriques on voit le fin quadrillage formé par les cloisons secondaires *radiales* ; l'aspect de ces faces rappelle tout à fait celui de la face convexe des Orbitolines (moins le réseau alvéolaire de ces dernières).

La surface du *bourrelet* a un aspect tout différent : sur son bord le quadrillage régulier radio-concentrique s'arrête brusquement ; si cette surface est bien conservée, on la voit parsemée de petits points blancs irrégulièrement distribués, qui représentent les *perforations* par où le protoplasma entrait en communication avec l'extérieur ; sur les parties altérées, on voit le *réseau irrégulier* formé par les cloisons secondaires, réseau que nous étudierons plus nettement sur les coupes minces tangentielles.

IV. EXAMEN DES COUPES MINCES. — Le test des Orbitopselles est *imperforé*, compact, mais non porcelainé ; il a en effet en coupe mince une teinte gris foncé et un aspect *granuleux* dû à ce qu'il est formé d'une agglomération de très petits grains de calcite, sur la surface desquels la lumière se réfléchit, de manière que l'ensemble paraît opaque. Ces granules sont extrêmement fins et il est difficile de dire s'ils représentent la forme même sous laquelle la calcite était sécrétée par l'animal, ou bien s'ils ont été empruntés par lui au fond vaseux sur lequel il vivait. Une preuve de ce « pouvoir *agglomérant* » nous est donnée par des coquilles de très petits Foraminifères que l'on voit parfois englobées dans le test de l'Orbitopselle. Nous n'avons pu voir que de très petits et très rares grains de quartz, de sorte que l'on ne peut dire que le test soit vraiment arénacé : nous exprimerons sa structure en disant qu'il est *calcaire granuleux, a pore*.

L'orientation des diverses coupes que nous allons étudier maintenant est indiquée sur le schéma Figure 2.

1. Ces anneaux sont visibles à la loupe sur certaines parties de notre figure 8, planche VI.

A) *Coupe équatoriale* (Voir Fig. 3 et Pl. VI, Fig. 2, 3, 5). — Aucune de nos coupes équatoriales ne nous a montré de grande loge initiale centrale, bien que la plupart d'entre elles aient été soigneusement centrées, et examinées pas à pas au cours du polissage. D'après cela, l'Orbitopsella ne serait représentée que par des formes *microsphériques*; Egger a fait la même constatation: Gumbel au contraire dit avoir trouvé des exemplaires à grande loge initiale (ne seraient-ce pas simplement des échantillons où la partie centrale aurait disparu?)

Les toutes premières loges sont donc très petites et indistinctes; autour viennent les loges *réniliformes* (Pl. VI, Fig. 3), puis les loges *annulaires* visibles avec une netteté parfaite; dans les régions où le test est bien conservé et la coupe très mince, on voit de place en place les *perforations* qui traversent les cloisons primaires.



FIG. 3. — SCHÉMA DE LA PARTIE CENTRALE D'UNE COUPE ÉQUATORIALE.

Les premiers tours sont spiralés réniliformes, avec un hile; puis viennent les loges annulaires; suivant l'angle sous lequel les cloisons secondaires sont rencontrées par le plan de la coupe, on a des zones représentées en a, b, c (cf. texte).

Quant aux *cloisons secondaires*, elles apparaissent, comme on le voit, irrégulièrement écartées les unes des autres; elles sont aussi très inégalement larges, ce qui provient de ce qu'elles sont rencontrées plus ou moins obliquement par le plan de la coupe; des plages entièrement noires correspondent aux espaces dans lesquels une de ces cloisons est entièrement contenue dans le plan de la coupe. On remarquera que ces plages noires sont en général bordées par de larges zones où la loge ne montre plus de cloisons secondaires et paraît entièrement blanche (Fig. 3): en effet, dans les zones où le plan de la coupe est presque parallèle aux cloisons secondaires, s'il ne contient pas précisément une de ces cloisons, il se maintient entre deux cloisons succes-

sives sans en couper aucune sur un trajet assez long. Au contraire, les zones où les traces des cloisons secondaires sont fines et relativement régulières correspondent aux régions où le plan de la coupe reste dans l'ensemble perpendiculaire à ces cloisons. La succession de ces trois zones, a) à cloisons secondaires épaisses et irrégulières ; b) sans cloisons secondaires ; c) à cloisons secondaires fines et régulières, est schématisée dans la fig. 3. Cela semble montrer que l'allure des cloisons est sujette à des variations d'ensemble, ou, peut-être, que la surface équatoriale du disque est ondulée par rapport au plan de la coupe, ces ondulations étant radiales.

L'allure réticulée des cloisons secondaires n'est pas directement visible sur les coupes équatoriales ; nous n'en jugerons bien que plus loin, en étudiant les coupes tangentielles.

B) *Coupes axiales* (Voir Fig. 1 en LMJC et Pl. VI, Fig. 1). — La partie centrale des coupes axiales nous montre, autour d'un embryon indistinct, une série de 3 ou 4 anneaux qui se referment en *ellipse* autour du centre ; parfois cette allure *embrassante* des premières loges persiste plus longtemps sur une face que sur l'autre, comme on le voit sur la Planche VI, Figure 1, et comme Egger l'avait déjà figuré sur sa figure 19 (taf. I) : c'est là un premier indice d'une *dissymétrie*, d'une différenciation entre face supérieure et face inférieure, phénomène très intéressant sur lequel nous reviendrons.

Ensuite les loges primaires n'atteignent plus le centre du disque : elles prennent la forme de secteurs circulaires, ou *chevrons*, venant se terminer sur les faces supérieure et inférieure. Les *cloisons secondaires* ont la même apparence que sur les coupes équatoriales, ce qui nous fait pressentir leur allure réticulée, oblique par rapport aux plans des deux coupes. Seules les parties voisines des faces inférieure et supérieure ont une allure régulière : les cloisons secondaires semblent former, dans ces zones superficielles, un tissu régulier, comme nous l'avons représenté sur le schéma Figure 1 et comme nous l'avait déjà révélé l'examen de la surface extérieure de la coquille.

L'hypertrophie des loges dans le sens vertical et la formation du *bourrelet* sont bien nets sur les coupes axiales : le déversement de ce bourrelet est parfois spécialement marqué sur l'une des faces planes, qui arrive ainsi à disparaître presque complètement (Pl. VI, Fig. 6) : nous verrons plus loin toute l'importance de cette constatation.

C) *Coupes tangentielles*. — Au point de vue de l'allure des cloisons secondaires ce sont les plus instructives de toutes : la

Figure 4 et la Planche VI, Figure 4 nous dispenseront de longues explications.

Dans la *partie centrale*, la coupe est presque parallèle à la surface des loges : sur de larges espaces les cloisons primaires seront donc contenues dans le plan de la coupe ; on y voit alors nettement les petites *perforations* arrondies. Puis la coupe pénètre dans l'espace qui sépare deux cloisons primaires : elle recoupe alors les cloisons secondaires perpendiculairement ; et on voit là avec une netteté parfaite le *réseau irrégulier* formé par ces cloisons qui se ramifient et s'anastomosent. *Sur les bords*, la coupe devient de plus en plus oblique par rapport aux cloisons primaires, de sorte que l'aspect se rapproche de celui des coupes équatoriales : la largeur des espaces noirs perforés correspondant aux cloisons primaires diminue, et on cesse de voir les perforations ; en même temps la coupe devient parallèle aux génératrices radiaires des cloisons secondaires, dont on ne voit plus le réseau caractéristique.

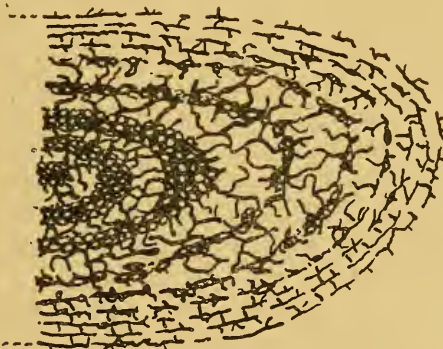


FIG. 4. — SCHÉMA D'UNE COUPE TANGENTIELLE.

Le plan de la coupe passe successivement, dans la paroi même des loges (parties noires avec perforations), et dans l'intérieur des loges entre deux cloisons (on voit alors le réseau des cloisons secondaires recoupées perpendiculairement) ; dans les parties périphériques, la coupe devient analogue à une coupe axiale ; comparer Planche VI, figure 4.

V. AFFINITÉS DES *Orbitopsella* ; LEUR SIGNIFICATION PAR RAPPORT AUX AUTRES *Orbitolités*. — Par sa forme lenticulaire et ses loges en anneaux, par son test apore, avec perforations localisées à la périphérie, *Orbitopsella* appartient à la famille des *Orbitolités*, telle que celle-ci a été comprise par M. H. Douvillé¹.

Le type primitif spiralé, avec loges incomplètement annulaires et contour réniforme (type *Peneroplis*) y persiste assez longtemps : l'allure *embrassante*, nummulitiforme des premières loges cons-

1. Essai d'une révision des Orbitolites. B.S.G.F., 1902.

titue un autre caractère archaïque, qu'on ne retrouve guère, parmi les Orbitolitidés, que dans les genres *Choffatella* SCHLUMBERGER¹ et *Spirocyclina* MUN.-CHALM.² La similitude est particulièrement frappante entre les coupes axiales de *Spirocyclina* et d'*Orbitopsella*, comme on pourra s'en convaincre en comparant notre Planche VI, Fig. 5, à la figure 8, planche IX de MM. Schlumberger et Choffat. Le réseau des cloisons secondaires paraît avoir dans les deux cas la même irrégularité ; mais *Spirocyclina* diffère d'*Orbitopsella* par la grande netteté et la persistance beaucoup plus longue de la phase spiralée ; en outre le test des Spirocyclines a un réseau alvéolaire aussi net que celui des Fusulinidés ; enfin la disposition du squelette secondaire paraît également différente : visiblement on a là un rameau distinct de la même famille.

Avec les *Orbitolites* proprement dits (genres *Præsorites*, *Sorites*, *Marginopora*, *Orbitolites*, etc., cf. H. Douvillé, loc. cit.) les analogies sont encore plus lointaines. Toutefois la ressemblance extérieure avec les *Orbitolites* est assez frappante pour que Gümbel ait classé notre forme dans ce genre : sur les faces supérieure et inférieure les cloisons secondaires montrent la même maille que dans les *Orbitolites* ; mais, dans ces dernières, la subdivision en logettes est réalisée d'une manière toute différente, car les cloisons secondaires et les ouvertures ont un arrangement régulier dont M. H. Douvillé a étudié soigneusement l'évolution. *Orbitopsella* ne peut rentrer dans cette série évolutive, ni même en former la souche, puisque le genre *Præsorites*, qui est à l'origine de cette série, ne peut guère être considéré comme un descendant d'*Orbitopsella*.

Par contre les affinités avec les *Orbitolines* sont beaucoup plus intéressantes. D'Orbigny avait le premier remarqué les rapports de parenté entre les *Orbitolines* et les *Orbitolites*, et M. H. Douvillé les a indiqués avec beaucoup de précision : la face supérieure (convexe) de l'*Orbitoline*, avec son test sans perforations et le réseau régulier formé par les cloisons secondaires, correspond à la face supérieure de l'*Orbitolite* ; la face inférieure (concave) de l'*Orbitoline*, où sont localisées les perforations, correspond à la face périphérique (cylindrique, annulaire) de l'*Orbitolite*. On peut donc dire, avec M. H. Douvillé, que l'*Orbitoline* est un *Orbitolitid* devenu dissymétrique.

Or cette comparaison devient plus particulièrement suggestive si on l'établit entre les genres *Orbitopsella* et *Orbitolina* (voir Fig. 5). Ici en effet, l'hypertrophie de la face périphérique et la

1. B.S.G.F., 1904.

2. Voir SCHLUMBERGER et CHOFFAT, *ibid.*

formation d'un *bourrelet* qui tend à se *déverser* sur les faces planes prépare en quelque sorte la suppression d'une de ces faces (physiologiquement la face inférieure), et par conséquent nous conduit naturellement à l'Orbitoline. La *dissymétrie*, dont les Orbitopselles montrent des indices dès les premiers stades, s'accroît parfois au cours du développement du bourrelet : dans certains échantillons, ce bourrelet arrive à *envahir* presque complètement la face inférieure, qui se réduit à une petite cavité infundibuliforme apparaissant au centre du disque fortement bombé ; nos Figures 5 C et Planche VI, Fig. 6 représentent en coupe axiale un de ces échantillons fortement dissymétriques.

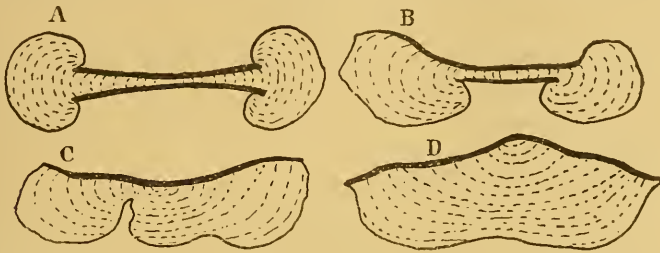


FIG. 5. — SCHEMAS DE COUPES AXIALES MONTRANT LE PASSAGE D'*Orbitopsella*, TYPE SYMÉTRIQUE A *Orbitolina* DISSYMETRIQUE.

En A, type normal d'Orbitopselle ; en C, formes extrêmes encore observées dans ce genre (Voir Pl. VI, Fig.) ; en D, Orbitoline ; remarquer l'atrophie progressive de la face inférieure submergée par le déversement du bourrelet périphérique. En gros traits, faces supérieure et inférieure, imperforées, homologues de la « lame spirale » des Foraminifères nummuloides ; en traits interrompus, cloisons primaires avec perforations homologues des cloisons des Nummulites ; les cloisons secondaires n'ont pas été représentées.

Pour obtenir l'Orbitoline, il nous suffit donc de supposer que l'Orbitopselle ait subi une *accélération ontogénique* aboutissant à la suppression de la phase spiralée, et à l'hypertrophie précoce du bourrelet sur la face inférieure (car c'est sur cette face, en contact avec le sol, que les échanges nutritifs doivent être le plus actifs), les deux bords de ce bourrelet arrivant à se rejoindre dans la région axiale, de manière à supprimer toute trace de la face inférieure sans perforations.

La *structure de détail* du test est tout à fait comparable dans les deux genres : les anneaux concentriques visibles sur la face supérieure de l'Orbitopselle, avec leurs cloisons secondaires régulières, se retrouvent trait pour trait sur la face supérieure de l'Orbitoline ; la région superficielle où, dans l'Orbitopselle, les cloisons secondaires restent régulières et déterminent ainsi un revêtement de logettes secondaires également régulières correspond à la couche de logettes qui, dans l'Orbitoline, se trouve sous la

face supérieure. Enfin l'allure irrégulière et réticulée des cloisons secondaires dans les zones profondes de l'Orbitopselle reproduit le réseau irrégulier qu'on voit au centre de la face inférieure de l'Orbitoline.

Ces similitudes sont très marquées sur les coupes (comparer la maille du réseau des cloisons secondaires dans notre Planche VI, Figure 1 et 2 et dans la fig. 2, pl. xvii de l'étude de M. H. Douvillé « Sur la structure des Orbitolines ». *Bull. Soc. géol. Fr.*, 1904).

La plus grosse *différence* entre les deux genres provient de ce que le test des Orbitolines est *alvéolaire* et a une structure *arénacée* plus grossière que dans les Orbitopselles. Mais c'est là un caractère d'*adaptation* : les Orbitolines devaient vivre sur des fonds plus sableux, à des profondeurs encore moins grandes, avoir une coquille plus lourde et moins mobile, plus attachée au fond en quelque sorte : c'est précisément ce qui a causé l'apparition précoce de la dissymétrie.

Confirmant et précisant l'idée de d'Orbigny et de M. H. Douvillé, nous dirons donc que les Orbitolines peuvent être conçues comme dérivant des Orbitopselles par apparition précoce de la dissymétrie et suppression de la phase spiralée.

Bien entendu, ce n'est là qu'une vue de l'esprit, qui a surtout pour but de nous faire apercevoir avec plus de clarté les rapports entre les formes et de nous aider à concevoir comment leur évolution a pu se produire. On peut remarquer toutefois que notre hypothèse est bien d'accord avec les *données stratigraphiques*, puisque les Orbitopselles sont *liasiques*, tandis que les premières Orbitolines connues n'apparaissent qu'*au sommet du Jurassique*¹.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI

Orbitopsella præcursor GUMBEL *sp.*, du Lias de Roveredo (Tyrol mér.).

FIG. 1. — Coupe axiale montrant l'allure embrassante, nummulitifforme, des premières loges, gr. : 9.

2. — Coupe équatoriale, gr. : 10.

3. — Coupe équatoriale d'un jeune individu rencontré dans la gangue de la partie centrale d'un adulte; la coquille est encore au stade réniforme, gr. : 8.

4. — Coupe tangentielle (comparer avec la Fig. 4, p. 137), gr. : 8.

5. — Partie centrale d'une coupe équatoriale (voir la Fig. 3, p. 135), gr. : 14.

6. — Coupe axiale d'un échantillon fortement dissymétrique; la face supérieure restée normale est à droite, la face inférieure envahie par les couches concentriques du bourrelet est à gauche (comparer avec la Fig. 5 C, p. 139), gr. : 8.

7. — Surface extérieure d'un échantillon à gros bourrelets, gr. : 1,5.

8. — — à bourrelets très réduits, gr. : 1,5.

1. Cf. F. BLANCHET. Étude micrographique des Calcaires urgoniens. *Annales de l'Université de Grenoble*, XXIX, 3, 1917.

LA RÉGION DES TUF^S PORPHYRIQUES DU NORD DU DÉPARTEMENT DU PUY-DE-DÔME

PAR G. Garde ¹.

Des tufs porphyriques, d'origine éruptive, — formés de fragments anguleux de feldspaths divers, de grains brisés et corrodés de quartz, et parfois de lamelles irrégulières de mica noir, que cimente une pâte calcédonieuse ordinairement très abondante — s'étendent sur de vastes espaces du Nord du département du Puy-de-Dôme (partie SW de la feuille de Gannat).

C'est M. De Launay ² qui a reconnu la nature et l'origine de ces formations tufacées et qui a montré leur grande extension.

Je viens de terminer une carte géologique à 1/50 000 de la région occupée par ces tufs. Sur cette carte, inédite, dont je donne ici une réduction un peu schématique (Fig. 1), j'ai relevé les contours de ces formations tufacées, j'ai figuré les nombreux filons de porphyres et de quartz qui les traversent, j'ai tracé les nombreuses failles qui les limitent ou qui les découpent, et j'ai établi les relations qui existent entre ces failles et les volcans qui ont fait éruption par quelques-unes d'entre elles, et les sources minérales qui jaillissent actuellement par quelques autres.

Dans le présent mémoire, je n'étudierai ces tufs porphyriques qu'au point de vue tectonique. Leur étude pétrographique sera faite dans un prochain travail que je vais consacrer aux terrains cristallophylliens, granitiques et porphyriques de la bordure occidentale de la Limagne.

SITUATION. ÉTENDUE. PUISSANCE. — La presque totalité de ces tufs porphyriques s'étend sur le plateau, de nature granitique et cristallophyllienne, qui sépare la plaine de la Limagne de la vallée de la Sioule, tandis que l'autre partie se montre, en bordure de la Limagne, au milieu des calcaires oligocènes de cette dernière.

La masse principale de ces tufs forme une grande traînée, sensiblement orientée NE-SW, de près de 25 km. de long sur 3 à 7 km. de large, et occupe une région légèrement déprimée (Fig. 3, 5, 6 et 7) que la vallée de la Morges sillonne dans presque toute sa longueur.

1. Note présentée à la séance du 21 juin 1920. — Cette étude a été subventionnée par le Conseil de la Société géologique (Fonds de la mission Fontannes).

2. DE LAUNAY. Note sur les terrains anthracifères du Puy-de-Dôme. *Bull. Soc. Géolog. France.* (3), t. 16, p. 1077, 1888. — Carte géologique détaillée de la France, feuille de Gannat, n° 157, 1894.

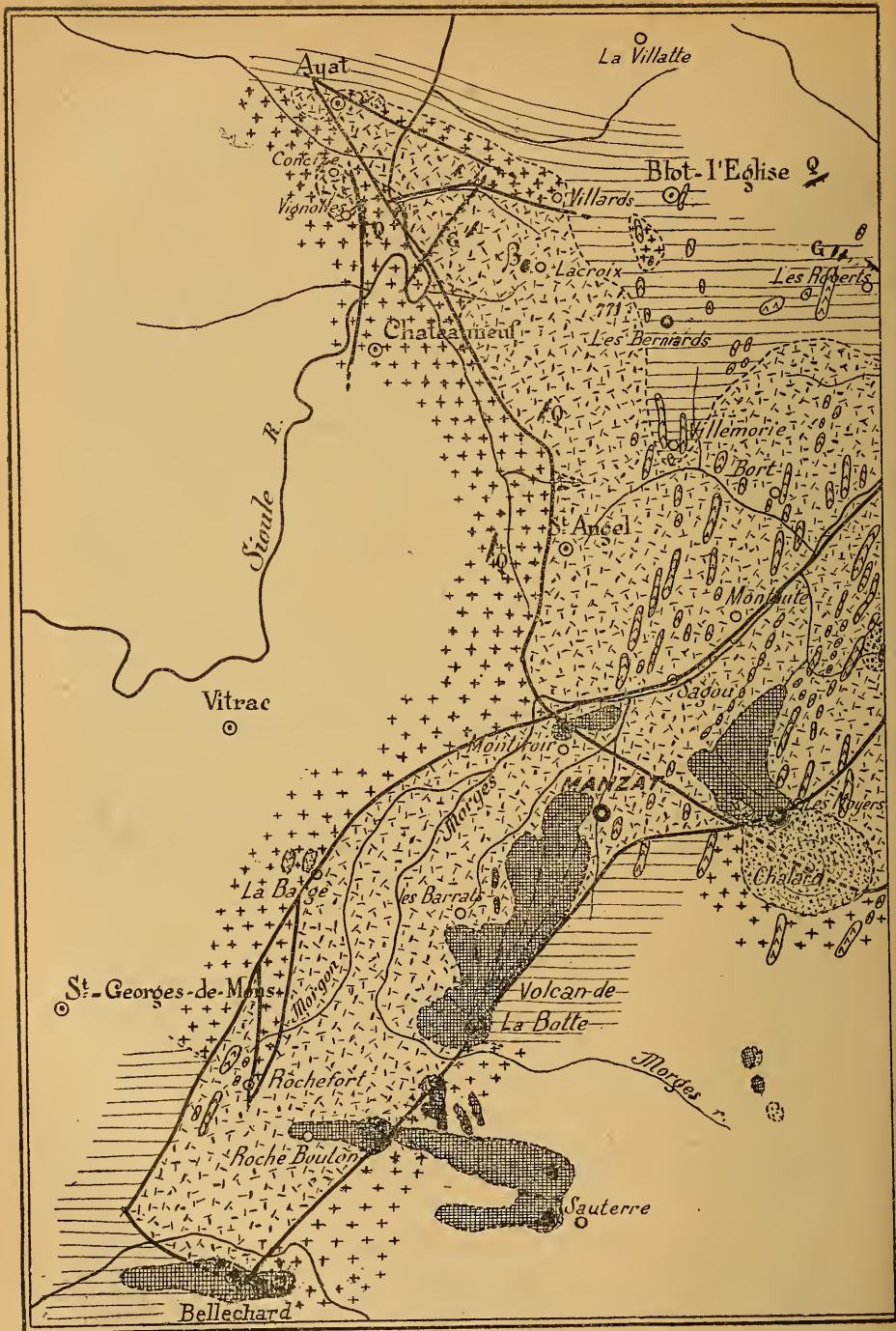
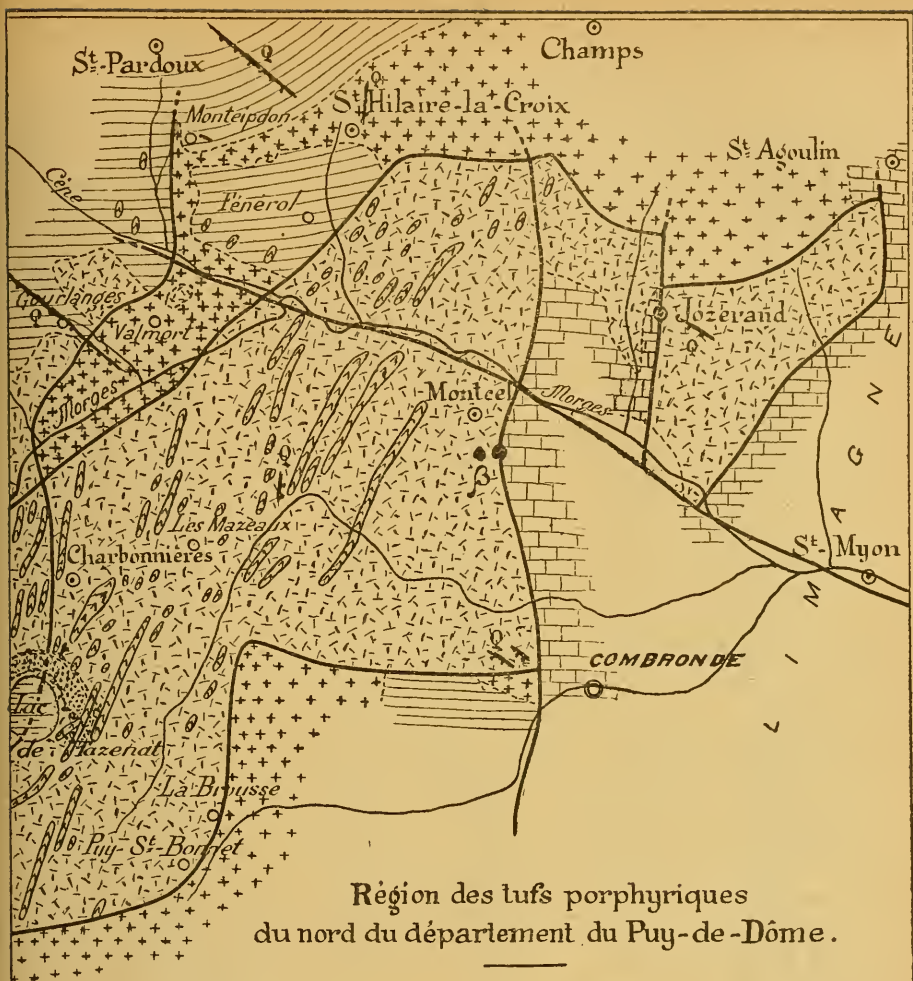












FIG. 1.



Région des tufs porphyriques
du nord du département du Puy-de-Dôme.

- | | | | |
|---|------------------------------|---|----------------------|
|  | Roches cristallophylliennes. |  | β Basalte. |
|  | Granite. |  | Scories basaltiques. |
|  | Tufs porphyriques. |  | Q Filon de quartz. |
|  | Porphyres. |  | G Filon de galène. |
|  | Oligocène. |  | Faille. |

Echelle : 1 : 100.000

Fig. 1.

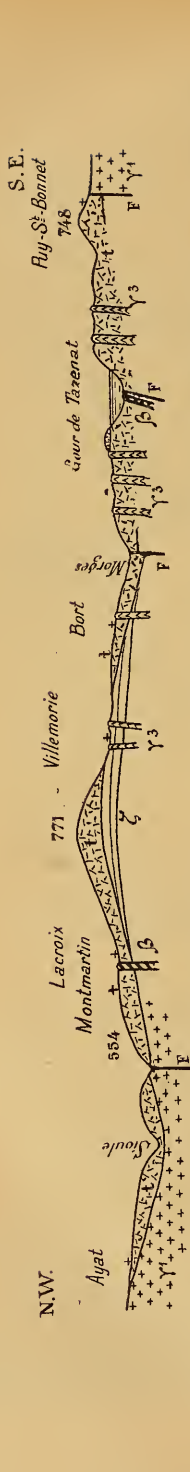


FIG. 2. — COUPE NW-SE D'AYAT A PUY-SAINT-BONNET MONTRANT L'ANTICLINAL ET LES DEUX SYNCLINAUX QUE FORMENT LES TUF PORPHYRIQUES.
 ζ, micasciste; γ¹, granite; t, tufs porphyriques; γ², γ³, porphyres; β, basalte; F, faille. — 1/100 000.

E.

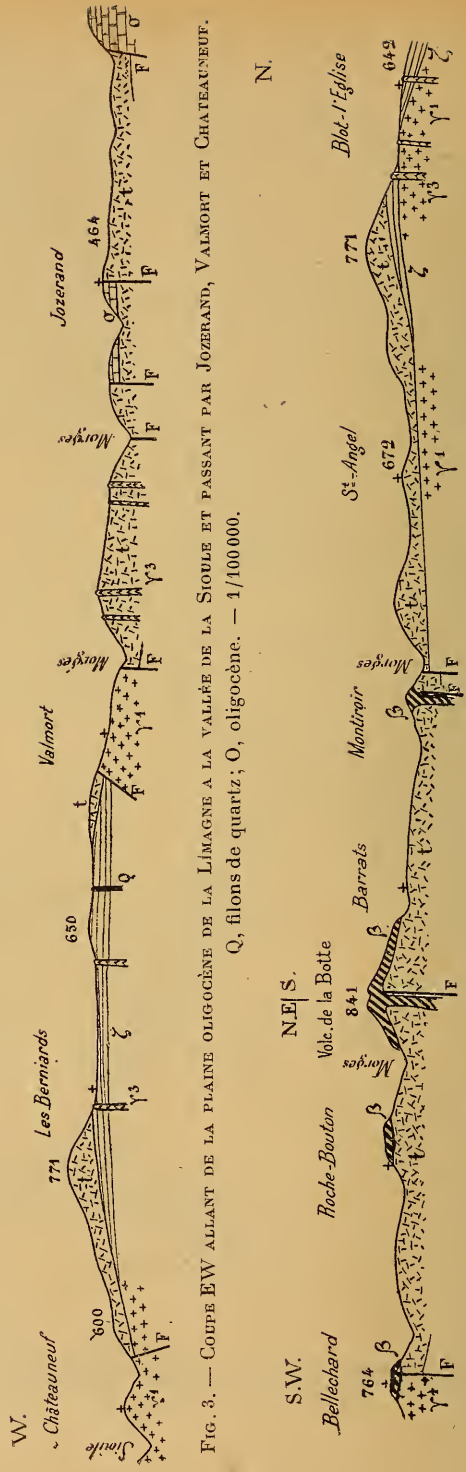


FIG. 3. — COUPE EW ALLANT DE LA PLAINE OLILOCÈNE DE LA LIMAGNE A LA VALLÉE DE LA SIOULE ET PASSANT PAR JOZERAND, VALMORT ET CHATEAUNEUF.
 Q, filons de quartz; O, oligocène. — 1/100 000.

N.

FIG. 4. — COUPE NS DE BLOT-L'ÉGLISE AU VOLCAN DE LA BOTTE ET A BELLECHARD.

Même légende. — 1/100 000

De cette masse, se détache vers le NW une longue apophyse de 7 à 8 km. de long qui traverse la vallée de la Sioule en écharpe pour se terminer en pointe à Ayat (Fig. 2).

Les petits lambeaux de tufs porphyriques que j'ai relevés à Ayat, à Vignolles et à la Barge, sur la bordure occidentale de cette formation tufacée, et ceux que M. De Launay a figurés au N de Saint-Agoulin témoignent que cette dernière avait eu une plus grande extension.

Dans les régions où leur soubassement est visible, comme dans celle qui s'étend entre Châteauneuf et Blot-l'Église, l'épaisseur des tufs porphyriques peut être évaluée à 150 m. au maximum.

ALLURE GÉNÉRALE. — Dans leur ensemble (Fig. 2), ces tufs représentent deux synclinaux très inégalement développés, et sensiblement orientés NE-SW, que sépare un large anticlinal de même direction.

Ce dernier passe par la cote 771 (2 km. au S de Blot-l'Église), les Berniards, les Roberts, Monteipdon, Champs. De part et d'autre de son axe, les tufs porphyriques et les roches cristallogphylliennes plongent très régulièrement vers le NW ou vers le SE, comme cela s'observe dans la région des Berniards, de Villemorie (Fig. 4) et dans celle de Gourlanges.

C'est grâce à ce pli anticlinal que les granites, dégagés par l'érosion, apparaissent entre les roches cristallogphylliennes dans la région de Saint-Hilaire-la-Croix et de Monteipdon (Fig. 5).

C'est par le même phénomène tectonique que le petit lambeau de calcaire oligocène qui existe à Jozerand, et qui repose sur les tufs, plonge vers le S, tandis que les formations sédimentaires de même âge situées sur l'autre versant, à Viallet, à Chantemerle, face à Ebreuil, plongent vers le N.

Cet anticlinal, à son tour, est légèrement plissé transversalement dans sa partie occidentale, car à partir de son point culminant, qui est à la cote 771 (au S de Blot-l'Église), les tufs plongent vers l'W (Fig. 3 et 8).

Ce point culminant, cote 771, représente donc un dôme et résulte de l'intersection de deux plis qui se croisent presque à angle droit.

L'axe du synclinal que forment les tufs porphyriques qui sont à cheval sur la Sioule est aussi orienté NE-SW, et il n'a aucune relation avec la direction de cette rivière.

De la Sioule, sous le lit de laquelle ils passent, les tufs se relèvent vers le SE (Fig. 2) pour atteindre le sommet de l'anticlinal dont nous venons de parler.

Ce relèvement s'observe très nettement dans les ravins qui entaillent cette formation sur son bord SW, et où est visible le contact entre les tufs et les granites.

La petite faille sensiblement orientée EW qui découpe la pointe de cette apophyse septentrionale et dont la lèvre septentrionale est un peu affaissée, passe par l'axe d'un très léger anticlinal secondaire. C'est ce dernier qui fait apparaître en ce point, sur les bords de la Sioule et dans le vallon du ruisseau des Combes qui débouche dans cette rivière, le soubassement granitique des tufs porphyriques.

Le lambeau de tufs de Vignolles, qui domine la vallée de la Sioule d'une centaine de mètres, représente aussi le fond d'un synclinal (Fig. 9). L'axe de ce dernier est exactement dans le prolongement de l'axe du synclinal qui existe sur l'autre rive de la Sioule. Ces deux masses de tufs sont la continuation l'une de l'autre. Leur différence de niveau provient de mouvements épigéniques qui les ont affectées.

La vallée de la Morges jalonne l'axe de l'autre synclinal que forment les tufs porphyriques, et le relèvement de ceux-ci, de part et d'autre de cette rivière, est très net sur le versant septentrional où les tufs sont directement superposés à des roches cristalphylliennes.

FAILLES QUI LIMITENT OU QUI DISLOQUENT CES FORMATIONS TUFACÉES.

— Ces formations tufacées sont affectées par un certain nombre de failles qui les délimitent sur presque tout leur pourtour, ou qui les disloquent en plusieurs lambeaux.

A part une faille schématiquement figurée par M. De Launay sur le bord occidental de cette formation, aucune de ces cassures de l'écorce terrestre n'avait été relevée jusqu'à présent.

Les failles qui délimitent les tufs sont faciles à observer et à suivre, car elles font buter l'une contre l'autre des roches généralement très dissemblables, des tufs à grain fin, et de couleur ordinairement foncée, contre des granites à grands éléments et de couleur claire, et contre des roches cristalphylliennes ou des calcaires.

Le contact par faille, entre les tufs et la roche encaissante, s'observe en de nombreux points, soit sur les flancs des ravins qui entaillent ces formations, soit dans les talus des routes et des chemins. Je vais signaler quelques-uns de ces contacts parmi les plus intéressants.

Sur le bord de la route en lacets qui va de Châteauneuf à Ayat, à mi-côte, on voit buter les tufs contre les granites, et

on constate que le contact se fait par une faille qui plonge de 55° environ vers le NE.

Un semblable contact s'observe sur la deuxième branche du chemin en lacets de Châteauneuf à Blot-l'Église, face au point où le sentier qui part du bac rejoint la route.

Sur le chemin de Saint-Hilaire-la-Croix à Valmort, à 50 m. environ du S au ruisseau de la Cèpe, la faille qui fait buter les roches cristallophylliennes contre les granites est inclinée de 50° environ vers le SW.

Plus au S, sur le chemin de Gourlanges au moulin de Montpiéd, on observe la même faille qui met en contact les tufs porphyriques et les granites.

Sur le chemin des Pétoux (sur la Morges, au S de Gourlanges), à Puy-Gilbert (au NE de Charbonnières) la faille qui fait buter les tufs contre les granites est à peu près verticale. Etc.

S'il est impossible de suivre pas à pas les failles qui sont ouvertes à travers les tufs porphyriques, l'existence de celles que j'ai figurées sur ma carte n'en est pas moins certaine.

La faille, de direction NE-SW, que je fais longer la Morges dans son cours supérieur, du pointement éruptif de Montiroir à la région granitique de Valmort, se trouve amorcée à ses deux extrémités à deux autres failles très nettes et de même direction. De plus, en pleins tufs, elle est jalonnée par les sources minérales de moulin Sagou et de Montoute qui se trouvent sur la rive gauche de la Morges.

La faille NW-SE que je fais passer par le volcan de Montiroir s'amorce également à ses deux extrémités à deux failles très visibles. En même temps, elle explique la formation d'un volcan.



FIG. 5. — COUPE NS DE MONTEIPDON A PUY-SAINT-BONNET.

ζ, micaschiste ; γ, granite ; t, tufs porphyriques ; F, faille. — 1/100 000.

De même, s'admet tout aussi facilement l'existence de la faille, en arc de cercle, que je fais passer par le gour de Tazenat, qui est un cratère d'explosion, par le centre éruptif du Chalard (le point culminant du volcan est un dôme de scories) et par un petit pointement basaltique qui se trouve au pied du Chalard, à côté du village des Noyers, pour la raccorder à deux autres failles dont les amorces septentrionale et méridionale sont très nettes.

La faille que je fais longer la Morges depuis la région granitique de Valmort jusqu'à Saint-Myon peut être considérée comme le prolongement de celle sur laquelle sont alignées les sources minérales de cette dernière localité et les deux petites sources, non exploitées, qui jaillissent à 3 à 4 km. en amont, l'une à 500 m. environ à l'W du village de Villemorges et l'autre dans le communal de Montcel, près de la route nationale de Riom à Montluçon.

C'est elle qui fait buter contre les calcaires de la Limagne, à côté de la Morges, sur le bord méridional de cette dernière, le lambeau de tufs porphyriques qui s'étend au SE de Jozerand.

C'est le long de cette faille que s'est affaissé vers le S le lambeau de tufs porphyriques situé à l'W de Jozerand, ainsi que le prouve le plongement des assises calcaires qui surmontent ces tufs à côté de ce bourg.

Par elle s'explique l'affaissement des roches cristallophylliennes de la région de Fenérol, au S de Saint-Hilaire-la-Croix, par rapport aux granites de la région de Valmort (Fig. 5).

Enfin, c'est par cette faille que s'est ouverte la cluse par laquelle passé la Cèpe qui va drainer les terrains situés sur l'autre versant de l'anticlinal (cote 774, Monteipdon, Champs) dont nous avons déjà parlé.

RÔLE HYDROGRAPHIQUE, VOLCANIQUE ET HYDROTHERMAL DE CES FAILLES. — La direction, SE-NW d'abord, puis WNW-ESE, que possède la Morges, dans la traversée de ces tufs porphyriques, lui a été imposée par les deux failles, de mêmes directions, qu'elle suit dans presque tout son parcours. La vallée de cette rivière, dans cette région, a donc une origine tectonique.

Tous les volcans des environs de Manzat, et dont les produits éruptifs recouvrent les tufs porphyriques, sont installés sur certaines des failles qui affectent ces derniers. Quatre d'entre eux, les volcans de la Roche-Bouton, celui de la Botte, celui du Chalard et le lac-cratère de Tazenat, sont situés sur la faille qui délimite d'abord les tufs sur leur bord méridional, puis qui les découpe dans leur partie centrale.

Sur cette faille, l'activité volcanique s'est déplacée du SW vers le NE, car les volcans de la Roche-Bouton et de la Botte, dont les coulées occupent des niveaux assez élevés au-dessus des vallées, sont bien plus anciens que ceux du Chalard et de Tazenat, dont les cratères sont à peu près intacts, et dont les coulées et les scories occupent presque le fond des vallées.

Quant au volcan de Montiroir, d'après le niveau de la coulée

qu'il a émise, il a fait éruption à une époque intermédiaire entre celle du groupe la Roche-Bouton, la Botte et celle du groupe Chalard-Tazenat ¹.

A signaler également les deux petits pointements basaltiques qui existent à 1 km. à peine au SE de Montcel, et dont l'un d'eux est situé sur la faille qui délimite la Limagne sur son bord occidental.

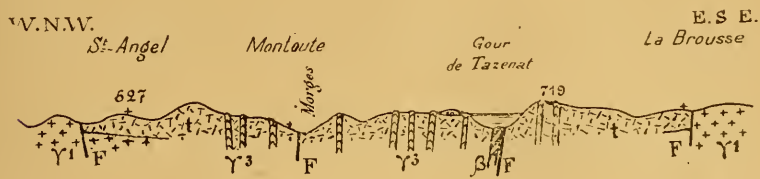


FIG. 6. — COUPE ESE-WNW DE LA BROUSSE A SAINT-ANGEL EN PASSANT PAR LE GOUR DE TAZENAT.

γ^3 , granite; t, tufs porphyriques; γ^1 , porphyres; β , basalte; F, faille. — 1/100 000.

Si certaines failles ont servi de cheminées d'ascension à des produits volcaniques, certaines autres d'entre elles servent actuellement de voie de sortie à des sources minérales.

Parmi les sources de la station minérale de Châteauneuf, celles du groupe des Grands-Bains, — alignées sur la rive gauche de la Sioule —, sont situées sur la grande faille NW-SE qui fait buter, à côté de cette localité, les tufs porphyriques contre les granites, ou sur les diaclases qui accompagnent cette faille, tandis que les sources du groupe des Bordats et du Chambon sont placées sur la faille qui passe au pied oriental du lambeau de tufs porphyriques de Vignolles, ou sur les diaclases accompagnant cette faille.



FIG. 7. — COUPE NW-SE DE LA BARGE AU VOLCAN DE LA BOTTE.

γ^1 , granite; ζ , micaschistes; t, tufs porphyriques; β , basalte. — 1/100 000.

Le groupe des sources de Saint-Myon, ainsi que les deux autres petites sources sises en amont de cette dernière localité, et dont nous avons déjà parlé, sont aussi situées sur la faille qui longe la Morges dans cette partie de son cours.

Rappelons aussi que la source de moulin Sagou et que celle de

1. Je décrirai prochainement ces anciens volcans de la région de Manzat

Montoute, situées dans la vallée de la Morges, au N de Manzat, jaillissent également le long de la faille suivie par cette rivière.

FILONS DE PORPHYRES ET FILONS DE QUARTZ TRAVERSANT LES TUF PORPHYRIQUES. — De nombreux filons de porphyres, tous sensiblement orientés NNE-SSW, traversent cette formation tufacée dans sa partie centrale.

Ces filons, qui forment ordinairement des arêtes de quelques mètres de haut, ont une longueur de quelques dizaines de mètres à 2 km. au plus, et une largeur moyenne d'une dizaine de mètres.

L'étude de ces roches porphyriques et des tufs au milieu desquels elles font saillie me permettra peut-être de voir s'ils ont une origine commune, ainsi que M. Albert Michel-Lévy l'a constaté pour des formations semblables de la Loire ou du Morvan.

Un certain nombre de filons d'origine hydrothermale, les uns uniquement constitués par du quartz, et les autres possédant de la galène, ou parfois un peu d'antimoine, et orientés NW-SE ou NE-SW ou quelquefois NS, traversent également les tufs porphyriques.

A part le filon de quartz qui borde à l'E le lambeau de tufs de Vignolles, et le long duquel s'est produite une dénivellation du sol (Fig. 8), aucun de ces filons n'est en relation avec les failles qui délimitent ou qui découpent les tufs. Certains de ces filons ont même été disloqués par ces failles.

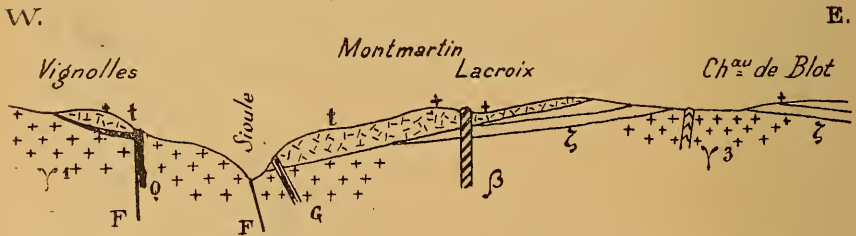


FIG. 8. — COUPE WE A TRAVERS LA VALLÉE DE LA SIOULE ALLANT DE VIGNOLLES AU CHATEAU DE BLOT.

ζ, micaschistes; γ¹, granite; t, tufs porphyriques; Q, filon de quartz; G, filon de plomb argentifère; β, basalte; F, faille. — 1/50 000.

Pour le moment rien ne permet de fixer la date de leur remplissage. Disons qu'il est admis que les filons de même nature, qui existent dans les autres régions du Massif Central, se sont formés durant la période triasique.

GISEMENT D'ANTHRACITE DE VIGNOLLES. AGE DES TUF PORPHYRIQUES. — Sous les tufs porphyriques de Vignolles, au-dessous

du village, entre ces tufs et les granites qui leur servent de sous-bassement, je signalerai l'existence d'une couche d'antracite d'un mètre d'épaisseur environ.

Dans une petite tranchée que j'ai fait ouvrir dans ce gisement, j'ai relevé la coupe suivante (Fig. 10) :

1. Granite à deux micas. Cette roche est altérée dans les deux premiers mètres de sa partie supérieure ;
2. Grès un peu schisteux, 0 m. 50 ;
3. Grès charbonneux, noirâtre, 0 m. 05 ;
4. Grès à grain fin, brun jaunâtre, 0 m. 10 ;
5. Grès argileux, un peu feuilleté, 0 m. 15 ;
6. Grès à éléments fins, schisteux, charbonneux, noirâtre, 0 m. 05 ;
7. Anthracite schisteux, à lamelles parallèles au plan de sédimentation, friable, à cassure esquilleuse, 1 mètre ;
8. Argiles schisteuses, charbonneuses, noirâtres, 0 m. 10 ;
9. Tufs porphyriques. Ceux-ci constituent tout le sommet du monticule.



FIG. 9. — COUPE NNW-SSE À TRAVERS LE LAMBEAU DE TUFES PORPHYRIQUES DE VIGNOLLES.

γ¹, granite ; A, anthracite ; t, tufs porphyriques ; Q, quartz ; F, faille. — 1/50 000.

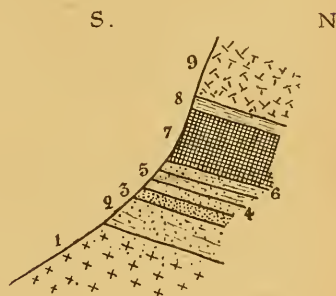


FIG. 10. — COUPE DU GISEMENT D'ANTHRACITE DE VIGNOLLES.

Toutes ces formations détritiques plongent de 25° à 30° vers le NW, vers l'axe du synclinal qui passe vers Vignolles et Concises (Fig. 9).

Une exploration plus complète de ce gisement permettrait peut-être de découvrir des empreintes de plantes au milieu des schistes et des grès qui accompagnent cette formation d'antracite, et de fixer l'âge de cette dernière ainsi que celui des tufs qui la surmontent.

Par analogie avec les formations semblables qui existent dans plusieurs autres régions du Massif Central, notamment dans le Roannais et dans la Creuse, et qui renferment également des gisements d'antracite, les tufs porphyriques du département du Puy-de-Dôme sont rapportés au Culm, c'est-à-dire à l'époque dinantienne.

ÂGE DES PLISSEMENTS ET DES FAILLES QUI ONT AFFECTÉ LES TUF PORPHYRIQUES. — Les plissements NE-SW qui ont donné naissance aux deux synclinaux, séparés par un anticlinal, que forment ces tufs porphyriques ont aussi redressé les terrains oligocènes de la Limagne, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer à propos du petit lambeau de calcaire qui existe à l'W de Jozerand.

De même les failles qui délimitent ou qui découpent les tufs porphyriques ont aussi découpé ces mêmes terrains oligocènes.

Plissements et failles ayant ridé et disloqué les tufs porphyriques du nord du département du Puy-de-Dôme sont donc postérieurs à la période oligocène. Et, sans plus de précision, ils doivent être rapportés au ridement alpin dont le grand effort s'est surtout fait sentir durant le Miocène.

RÉSUMÉ. — En résumé, la grande traînée de tufs porphyriques, d'origine éruptive, qui s'étend dans le N du département du Puy-de-Dôme, forme deux synclinaux que sépare un grand anticlinal sensiblement orienté NE-SW. Ces tufs, par analogie avec les formations semblables qui existent dans d'autres régions du Massif Central, sont rapportés au Culm, c'est-à-dire à l'époque dinantienne.

Les nombreux filons de roches porphyriques qui émergent au milieu de ces tufs sont peut-être du même âge que ces derniers, et le remplissage des filons de quartz qui traversent ces mêmes formations s'est peut-être fait durant la période triasique ainsi que cela est admis pour d'autres régions.

Des nombreuses failles qui délimitent ou qui découpent ces tufs porphyriques, deux d'entre elles ont imposé à la Morges la direction qu'elle possède dans la traversée de ces formations tufacées, quelques autres ont servi de cheminée d'ascension aux produits éruptifs qu'ont émis les volcans qui existent dans cette région, et d'autres, enfin, servent actuellement de voie de sortie aux sources minérales qui jaillissent en de nombreux points.

Enfin, les plissements et les failles qui rident et qui découpent ces tufs porphyriques se sont formés postérieurement à l'Oligocène, car ils affectent des formations de cette période, et ils doivent être rapportés au ridement alpin dont le principal effort a eu lieu au Miocène.

REVISION DU GROUPE DE LA *TRIGONIA QUADRATA* AG.PAR M^{lle} Gillet ¹.

PLANCHE VII.

La section des Trigonies « *quadratae* », révisée par Lycett, correspond à un groupe qui a une valeur phylogénétique incontestable ; il évolue pendant le début de la période crétacée, à côté d'autres groupes absolument stables.

La première espèce qui apparaît est la *T. nodosa* Sow. (= *T. rudis* ² PARK.). Elle dérive d'une espèce portlandienne du groupe des « *clavellatae* » dont elle possède les carènes bien marquées et les côtes tuberculeuses des flancs ; elle s'en distingue par la grande largeur de l'aréa couvert de tubercules irréguliers chez l'adulte. Je n'ai pu toutefois la rattacher à aucune espèce portlandienne connue : le groupe est donc cryptogène.

On trouve *T. nodosa* Sow. dès le Valanginien inférieur dans le Sud-Est de la France ³ ; En Savoie, on rencontre dans le fameux gisement à fossiles siliceux du Corbelet deux formes allongées à aréa étroit se rapprochant d'exemplaires figurés par Lycett ⁴ dans sa monographie des Trigonies anglaises. Une forme à large aréa, carrée, semblable à celle dont Wollemann ⁵ a donné une bonne figure, provient du Balcon de l'Échaillon (Isère) ; je l'ai récoltée à un niveau supérieur dans le calcaire à *A. rectangularis* de Petit-Port, près de l'Échaillon. D'autre part, Pictet et Campiche signalent l'espèce à divers niveaux du Valanginien du Jura. Elle semble absente dans le Midi de la France.

Avec la transgression hauterivienne elle émigre dans le bassin de Paris ; diverses formes se rapportent à la figure de Lycett (pl. 25, fig. 2), et à celle de Wollemann. La *T. nodosa* d'Agassiz ⁶ est une variété à carènes à peine marquées que je n'ai pas

1. Note présentée à la séance du 7 juin 1920.

2. La figure de Parkinson est si rudimentaire qu'on ne peut en tenir compte, le type ayant disparu.

3. L'espèce devait exister dès l'Infra-Valanginien, mais elle n'a jamais été signalée.

4. Pl. 25, fig. 1, et pl. 25, fig. 2, dans *Paléont. Soc.*, 1872, 79.

5. Biv. u. Gestr. der deutsch. u. holland. Neok., p. 90, pl. iv, fig. 8.

6. Mon. des Trig., p. 27, pl. 7, fig. 21-23 et pl. 8, fig. 2-4.

rencontrée ailleurs, de même la variété du Ventoux figurée par d'Orbigny ¹.

L'espèce se trouve dans d'autres gisements du Jura et du Midi, et dans le Dauphiné (faciès glauconieux de Saint-Pierre de Chérenne). Elle gagne l'Allemagne du Nord avec la transgression de l'Hauterivien supérieur ².

Au Barrémien moyen, la mer envahit l'Angleterre du Sud, tandis qu'elle abandonne le bassin de Paris. *T. nodosa* y émigre et s'y épanouit avec quantité de variétés dont une pourrait être prise pour une espèce distincte, si l'on n'avait tous les passages entre elle et la *T. nodosa s. str.* : c'est la variété *Orbignyana* de LYCETT ³. Elle est très allongée, les tubercules des flancs sont serrés et un peu irréguliers ; l'aréa n'occupe que les $\frac{2}{5}$ de la surface totale de la coquille.

L'espèce a pullulé dans le bassin du Sud de l'Angleterre jusqu'à la fin du Lower Greensand.

Au Barrémien supérieur, la mer, revenue dans une partie du bassin de Paris, dépose la Couche Rouge de Wassy dans laquelle nous trouvons la variété *Orbignyana* à l'exclusion de la forme carrée ⁴.]

Le Barrémien du Midi à faciès glauconieux ne renferme pas cette espèce, à ce que je sache ; mais le Barrémien supérieur à faciès urgonien renferme des exemplaires de la variété carrée, la variété *Orbignyana* étant cantonnée dans le Nord.

Celle-ci a continué de vivre dans le bassin de Paris pendant l'époque aptienne ; je figure Planche VII, Figure 1, une variété de l'Aptien de Monéteau (Yonne) intermédiaire entre *T. nodosa s. str.* et la variété *Orbignyana*, et un jeune individu de Sougères (Yonne), Figure 2.

L'Aptien marneux du Midi contient encore la forme carrée (Fondouille, Septèmes, B.-du-R.), tandis qu'on trouve toutes les formes dans le Jura suisse ⁵.

Coquand a cité *T. nodosa* dans l'Aptien d'Espagne sans en donner de description ⁶.

Trigonia palmata DESH. ⁷ est une espèce bien distincte de

1. Pal. franç., t. 3, pl. 289, fig. 6.

2. *Loc. cit.*, in WOLLEMANN.

3. *Loc. cit.*, p. 106, pl. xxiv, fig. 1, 2, 3.

4. D'ORBIGNY. *Loc. cit.*, pl. 289, fig. 3 et un exemplaire dans la collection Tombeck et la collection Cornuel.

5. L'espèce de Pictet et Renevier est une var. *Orbignyana*, comme l'a montré Lycett (musée de Lausanne).

6. Mon. de l'Aptien d'Esp., p. 323.

7. LEYMERIE. Mém. sur le terrain de l'Aube. *Mém. Soc. géol.*, t. V, pl. 8, fig. 5.

T. nodosa Sow., localisée dans le bassin de Paris, et que l'on doit rattacher à cette dernière d'après le développement de la coquille ; ses côtes presque rectilignes, très espacées, son aréa ponctué le rapprochent du groupe de la *T. Hondeana* LEA ¹ dont le jeune est pourtant bien différent. On la trouve dans l'Hauterivien et le Barrémien où elle est rare.

T. caucasica BAY. de l'Aptien supérieur du Nord du Caucase ne peut être rattachée qu'avec doute au rameau de *T. dædalea* PARK., la coquille du jeune n'étant pas visible sur la figure donnée par Anthula ². En tout cas, les affinités de la faune de cette région avec celle d'Europe occidentale rendraient très possible la pénétration d'une espèce dérivée du rameau « *nodosa* ».

A l'époque albiennaise, le groupe des « *Quadratæ* » n'a jamais été signalé, même dans les faciès littoraux ³.

Dans le Cénomaniens inférieur d'Angleterre ou Greensand *T. nodosa* est remplacée par une mutation très voisine : *T. dædalea* PARK., dont Lycett a donné la forme type ⁴ et la variété *confusa* ⁵ très carrée et tronquée ; les tubercules sont plus irréguliers et plus nombreux sur l'aréa, les carènes sont presque effacées ; les tubercules concentriques des flancs sont un peu irréguliers comme dans la variété *Orbignyana* (Figure 3). Le jeune est le même que celui de l'espèce précédente, avec des côtes régulières sur l'aréa, des carènes bien marquées, et sur les flancs des côtes qui se transforment peu à peu avec l'âge en tubercules concentriques.

Au même groupe appartient *T. spectabilis* Sow. ⁶ du même gisement de Blackdown, forme carrée à gros tubercules arrondis. Le jeune passe par les mêmes stades de développement que l'espèce précédente, mais celui-ci est plus lent, et la transformation des côtes du tout jeune individu en tubercules se fait plus tardivement.

Au même niveau, dans la Meule de Bracquegnies, en Belgique, on trouve une forme décrite par Briart et Cornet sous le nom de *dædalea* ⁷. C'est une variété un peu différente de l'espèce anglaise, et plus évoluée ; de même que dans la variété *confusa*, il

1. LEA. *Trans. Am. Phil. Soc.*, 2^e sér., v. 7, p. 6, pl. 9, fig. 9, 1840.

2. *Beitr. z. Pal. Ost. Ung.*... Bd 12, p. 82, pl. III, fig. 8.

3. Nous verrons plus loin qu'il est peut-être représenté dans l'Albien d'Espagne.

4. *Loc. cit.*, pl. 23, fig. 2 et 3.

5. *Loc. cit.*, *id.*, fig. 1.

6. *Loc. cit.*, pl. 26, fig. 1 et 2.

7. 1865. Meule de Bracquegnies, p. 64, pl. 6, fig. 1, 2, 3, et 1912, *Annales de Paléont.*, t. 7. — COSSMANN. Évolution des Trigonies, pl. 4, fig. 18, appelée par suite d'une erreur : *T. Elisæ* Br. et C.

n'y a plus aucune trace de carène, mais les tubercules sont disséminés sans ordre sur l'aréa au lieu d'y former des rangées assez régulières ; ceci la rapproche de l'espèce suivante. Elle doit descendre de la variété *Orbignyana* dont elle possède les tubercules en rangs serrés sur les flancs.

Je la considère comme une race différente de l'espèce anglaise, et que je qualifierai de *bracquegniensis* pour rappeler la région où elle est localisée. Les individus sont très nombreux, mais très voisins les uns des autres, au contraire de ce qui a lieu dans le bassin anglais (Figures 4 et 5).

Le groupe reparait en France au Cénomaniens moyen, tandis qu'il disparaît dans le Nord.

Il est représenté par *T. quadrata* AG. ¹, type de la section d'Agassiz = *T. Deslongchampsii* MUN.-CHALM. = *T. dædalea* D'ORB. ².

Cette espèce est bien différente des *T. nodosa* et *dædalea* et beaucoup plus évoluée ; les tubercules serrés forment un quadrillage sur les flancs, l'aréa est couvert de fins tubercules, toute trace de carène a disparu ; si l'on étudie les phases successives du développement, on voit qu'elle a passé par les stades *nodosa* et *dædalea*, avec effacement graduel des carènes, et apparition de tubercules qui, d'abord réguliers, deviennent de plus en plus disséminés sur l'aréa ³. On trouve *T. quadrata* en abondance au Mans ; les individus ne diffèrent que par la grosseur plus ou moins grande des tubercules des flancs. L'espèce a en outre été recueillie dans les Basses-Alpes par M. Kilian dans le gisement de Saint-Laurent ⁴. (Je figure un individu du Mans où les stades du développement sont bien visibles : Fig. 6.)

Vilanova a représenté une *T. dædalea* de la province de Têrueil comme appartenant au Turonien ; elle doit provenir de l'Aptien ou de l'Albien. Le groupe semble donc avoir disparu après le Cénomaniens moyen ; sa répartition dans le temps et son extension géographique (Europe occidentale ⁵) sont, comme on a pu le voir, très réduites, et son évolution très rapide.

1. AG. Mon. des Trig., p. 27, pl. 6, fig. 7-9, 1840.

2. D'ORB. *Pal. fr.*, Terr. crét., p. 145, pl. 292.

3. VOIR GUÉRANGER : Album de la Sarthe, pl. XVIII, fig. 8 et 10.

4. JACOB. SUR un gisement à faune du Maine. *Trav. du lab. de Grenoble*, v. VI, p. 287, 1902. — KILIAN. *Descr. géol. de la Montagne de Lure*, 1888-89, p. 298.

5. Si l'on exclut du groupe *T. caucasica* BAY.

RAMEAU DE LA *T. QUADRATA* AG.

ÉTAGE	ESPÈCES	AIRE GÉOGRAPHIQUE
VALANGINIEN.	<i>nodosa s. str.</i>	Jura, Sud-Est de la France.
	(Haut. inf.) <i>palmata</i> DESH.....	Haute-Marne.
HAUTERIVIEN..	(Haut. moyen et sup.) <i>nodosa</i> Sow.	} Bassin de Paris, Jura, Sud de la France, Allemagne du Nord
	(Bar. inf.) <i>palmata</i> DESH.....	
BARRÉMIEN....	(Bar. moyen et sup.) var. <i>Orbignyana</i> Lyc., <i>nodosa s. str.</i> ...	} Anglererre, Haute-Marne, Sud de la France.
APTIEN	<i>nodosa</i> Sow et var. <i>Orbignyana</i> ...	} Angleterre, bassin de Paris, Jura, Midi de la France, Espagne.
ALBIEN ?.....	<i>T. dædalea</i>	Espagne.
	(Cén. inf.) <i>dædalea</i> PARK., <i>spectabilis</i> Sow.....	} Angleterre.
CÉNOMANIEN....	<i>dædalea</i> , race <i>bracquegniensis</i> n. var.....	} Belgique.
	(Cén. moy.) <i>quadrata</i> Ag.....	

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII

- FIG. 1. — **T. nodosa** Sow. de l'Aptien de Monéteau (Yonne), variété intermédiaire entre **T. nodosa s. str.** et la var. **Orbignyana** Lyc. Coll. J. Lambert.
2. — Jeune individu de la même espèce de l'Aptien de Sougères (Yonne. Musée d'Auxerre.
3. — **T. dædalea** PARK., race **bracquegniensis** r. n., de la Meule de Bracquegnies (Cén. inf.). Coll. Sorbonne.
4. — La même espèce vue par le crochet montrant la coquille du jeune semblable à celle de **T. nodosa**.
5. — **T. dædalea** PARK. du Cénomanién inférieur de Blackdown. Coll. Éc. des Mines de Paris.
6. — **T. quadrata** Ag. du Cénomanién moyen du Mans, montrant la coquille du jeune qui passe par les stades des espèces précédentes. Coll. Sorbonne.

SUR DES BÉLEMNITES D'ANDRANOSAMONTA (MADAGASCAR)

PAR M^{lle} Morand ¹.

M. le professeur M. Boule a bien voulu me charger de continuer l'étude des Invertébrés jurassiques de Madagascar conservés au Laboratoire de paléontologie du Muséum. Je désire dans cette note exposer les premiers résultats de mes recherches sur une très belle série de Bélemnites d'Andranosamonta ².

Andranosamonta est situé sur la côte NW de Madagascar, dans le cercle d'Analalava. MM. Colcanap et Lemoine ont déjà publié d'intéressantes notices sur la géologie de cette région.

Le Jurassique d'Andranosamonta est représenté par deux niveaux bien distincts :

1° Un niveau d'argiles schisteuses bleues à Céphalopodes d'âge Kimeridgien-Tithonique.

2° Un niveau de calcaires gréseux à Lamellibranches appartenant à l'Oolithe inférieure (*Lima Hippia* D'ORB., *Trigonia costata* PARK., *Corbula pectinata* Sow., *Corbula grandideri* NEWT., etc.).

Les calcaires gréseux sont à une altitude supérieure à celle des argiles. M. Lemoine ³ a reconnu dans la région d'Andranosamonta l'existence d'une faille qui explique cette situation anormale au premier abord.

Les Bélemnites que j'ai étudiées appartiennent au niveau des argiles schisteuses bleues. Elles peuvent se répartir en trois lots :

- A. Bélemnites considérées comme jurassiques.
- B. Bélemnites considérées comme infra-crétacées.
- C. Bélemnites à caractères mixtes.

A. BÉLEMNITES JURASSIQUES.

1° *Bel. (Belemnopsis) cf. semisulcatus* MUNST. Kimeridgien et Tithonique.

2° *Bel. tanganyensis* FUTTERER. Cette espèce, décrite et figurée du Jurassique supérieur de l'Est africain par Futterer, se rapproche des formes de l'Oolithe inférieure d'Europe caractérisées par la présence d'un sillon ventral profond occupant presque toute la longueur du rostre, telles que : *Bel. (Belemnopsis) bessi-*

1. Note présentée à la séance du 19 avril 1920 (*C. R. somm.*, 1920, p. 78).

2. Ces Bélemnites ont été envoyées par le capitaine Colcanap en 1904 avec plusieurs lots de fossiles provenant de divers points du cercle d'Analalava. Un extrait de la notice qui accompagnait ces envois a été publié dans le *Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle* (1905, p. 359) et complété par des notes infrapaginales de MM. Thevenin, Lemoine et R. Douvillé.

3. P. LEMOINE. Études géologiques dans le Nord de Madagascar, p. 142.

nus D'ORB., *Bel. (Belemnopsis) canaliculatus* D'ORB. D'autre part, elle appartient au groupe des *Bel. Gerardi* OPPEL qui, d'après Uhlig ¹, s'étend dans la province « himalayisch-malayisches » de l'Oxfordien au Néocomien inférieur.

A Andranosamonta *Bel. tanganyensis* FUTT. se trouve déjà dans le niveau des calcaires gréseux associée aux Lamellibranches de l'Oolithe inférieure.

3° *Bel. (Hastites) claviger* WAAGEN des « Katrol sandstones » de l'Inde.

B. BÉLEMNITES INFRA-CRÉTACÉES.

1° *Bel. cf. Orbygnyanus* DUVAL-JOUVE, Néocomien des Basses-Alpes et de l'Ardèche.

2° *Bel. (Hastites) cf. pistilliformis* BLAINV., Néocomien des Basses-Alpes, Savoie, Bavière et Suisse.

3° *Bel. (Belemnopsis) cf. subfusiformis* RASP., Néocomien du Midi de la France.

4° *Bel. (Duvalia) latus* BLAINV., Néocomien du Var, Vaucluse et Haute-Marne.

C. BÉLEMNITES A CARACTÈRES MIXTES.

Toute une série de beaux échantillons offrent les caractéristiques suivantes : l'orme hastée, région ventrale aplatie, région dorsale convexe. Section ovale. Sillon ventral à la partie antérieure occupant environ le 1/5 ou le 1/6 du rostre. Stries latérales.

Ces Bélemnites appartiennent au genre *Belemnopsis* (section *Hibolites* MAYER). Voisines par leur forme des *Bel. hastatus* BLAINV. de l'Oxfordien, elles en diffèrent par leur sillon ventral plus court et plus localisé au sommet, ce qui les rapproche des formes infra-crétacées.

On peut y distinguer deux groupes en détachant les types extrêmes, qui restent cependant reliés entre eux par toute une série d'intermédiaires :

1° Formes à rostre très allongé, à région alvéolaire étroite. De telles formes ont été représentées par MM. Pavlow et Lamplugh, dans leur ouvrage sur les Argiles de Speeton. Ces auteurs donnent les figures de deux échantillons assez différents et qu'ils rapportent cependant l'un et l'autre à *Belemnites jaculum* PHILL.

L'échantillon représenté par la figure 3 de la planche VII se rapproche des espèces d'Andranosamonta à rostre grêle et pointe mousse.

1. V. UHLIG. Sitzung der mathematisch-naturwissensch. Klasse vom 7 Juli 1910 (Sonderabdruck aus dem akad. Anzeiger, n° XVIII) *Kais. Ak. d. Wissensch. in Wien.*

L'échantillon de la figure 2 me paraît analogue aux Bélemnites d'Andranosamonta de plus grande taille, à rostre plus large et à pointe aiguë.

Ces spécimens, ainsi réunis par Pavlow et Lamplugh sous le nom de *Belemnites jaculum* PHILL., proviennent du Néocomien inférieur et moyen de Speeton (Yorkshire) et du Lincolnshire d'Angleterre.

Il est vraiment curieux d'observer que cette espèce offre à Madagascar les mêmes variations qu'en Angleterre.

2° Formes à rostre plus ou moins long, plus ou moins épais, à région alvéolaire plus ou moins large :

a) Rostre relativement court et large : *Bel. subfusiformis* RASP. var. *baloutchistanensis* NETL. des « Bélemnites beds » du Néocomien du Baloutchistan.

b) Rostre moins court et moins large : *Bel. aff. astartinus* ETALL. des couches de la zone à *Ammonites tenuilobatus* d'Oberbuchschitten et de Wangen (Soleure).

L'étude de ces Bélemnites et de leurs variations fera ultérieurement l'objet d'un travail spécial.

Dans cette note j'ai voulu surtout attirer l'attention sur le mélange, dans les argiles d'Andranosamonta, de Bélemnites du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur d'Europe. Or, l'étude des Ammonites montre que ces Bélemnites sont associées à des *Perisphinctes* identiques pour la plupart aux *Perisphinctes* des « Chidamu Beds » de l'Himalaya (Kimeridgien, Tithonique inférieur et partie inférieure du Tithonique supérieur, d'après Uhlig).

Un tel mélange étonne tout d'abord. On pourrait se demander si on n'est pas en présence de couches dont la base serait jurassique et le sommet crétacé. Les faits observés s'opposent à cette interprétation. En effet je n'ai pas vu le moindre fossile crétacé provenant de ce point. D'après les renseignements, toujours très exacts, fournis par le capitaine Colcanap, les Bélemnites ont toutes été recueillies au même niveau. L'uniformité de la gangue, sur les échantillons où elle est encore visible, vient appuyer l'affirmation du consciencieux explorateur.

L'abondance, à côté d'espèces bien définies, de Bélemnites à caractères mixtes est aussi en faveur de la même conclusion.

Waagen a signalé dans l'Inde un fait analogue¹. *Bel. claviger* WAAGEN du groupe des *pistilliformis* du Crétacé inférieur européen a été trouvée à Cutch dans les couches du Jurassique supérieur (« vraisemblablement kimeridgien »).

1. WAAGEN. Cephalopodes of the Jurassic deposits of Kutch. *Mem. of the geol. Surv. of India (Pal. Indica, Série IX, vol. 1, p. 7)*.

LES MOUVEMENTS ASCENSIONNELS DE L'ÉCORCE TERRESTRE ET LES TREMBLEMENTS DE TERRE TECTONIQUES.

PAR G. Zeil ¹.

Comme conclusion d'une note parue aux *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (39), nous avons écrit : « C'est donc par une succession de *réajustements* séparés par des phases de *faux-équilibre* qu'évolue lentement l'écorce terrestre ». Puis, continuant l'étude des réajustements nous avons montré que l'évolution des êtres fossiles (40), les anomalies de la pesanteur (41), les récurrences de l'érosion souterraine, trouvaient dans le géodynamisme des réajustements un cadre rationnel et parfaitement adapté aux modalités évolutives de ces divers phénomènes. Nous allons voir maintenant que les tremblements de terre tectoniques vont à tel point s'encadrer dans le mécanisme de ces mêmes réajustements, que nous serons conduits à conclure *que les tremblements de terre tectoniques et les réajustements lithosphériques ne sont qu'un seul et même phénomène.*

Mais, s'il en est ainsi, les tremblements de terre tectoniques devront donc se diviser en *tremblements de terre centrifuges* dus au rééquilibre instantané de voussoirs lithosphériques préalablement déséquilibrés par la décharge érosive, puis en *tremblements de terre centripètes* dus au rééquilibre instantané de voussoirs lithosphériques préalablement déséquilibrés par la surcharge alluvionnaire ou éruptive. Quand par suite de leur situation géographique réciproque un voussoir centrifuge et un voussoir centripète voisins se rééquilibreront synchroniquement, on se trouvera alors en présence d'un *tremblement de terre antagoniste*, qui ne sera en somme que la combinaison de deux sismes d'ascensions inverses.

Les tremblements de terre centrifuges, ou réajustements par défaut de charge, devront donc être continentaux et de préférence localisés dans les régions élevées les plus attaquées par les pluies, donc par l'érosion.

Si l'on compare le planisphère des régions sismiques dressé par de Montessus de Ballore (30) au planisphère indiquant la répartition annuelle des chutes pluviales, on sera frappé des

1. Note présentée à la séance du 21 juin 1920 (*CR. somm.*, 1920, p. 126).

14 mars 1921

Bull. Soc. géol. Fr., (4), XX. — 11.

analogies qu'ils présentent. On verra que les deux fréquences, celle des chutes pluviales et celle des sismes, évoluent parallèlement et suivant un rapport constant. Entre mille autres exemples on constatera que dans l'Assam, où il pleut le plus (11 m. 79 par an à Cherrapounji), c'est également là que la terre tremble le plus fréquemment et le plus violemment. On verra également que sur les côtes dalmates et sur la côte est de Madagascar, où les pluies atteignent une forte moyenne, se trouvent localisées les aires sismiques les plus importantes des deux régions considérées. En revanche, dans le bassin de l'Amazone, nous constaterons une anomalie à la règle de proportionnalité que nous venons d'établir ; en effet, dans cette région, la fréquence des chutes pluviales est forte alors que celle des sismes y est faible. Il s'agit là d'une pseudo-anomalie qui doit être attribuée au régime tabulaire et à la couverture forestière qui s'opposent à une rapide dénudation et par suite à une rapide décharge superficielle. Cette exception à notre règle de proportionnalité en confirme donc le bien-fondé.

Masó et Smith (27) montrent qu'aux Philippines c'est la vallée de l'Agussan (côte est de Mindano) qui est la région la plus sismique de l'Archipel. C'est aussi là qu'il pleut le plus ; la moyenne annuelle des pluies y dépasse 2 m. 50, alors que dans le reste de l'Archipel cette moyenne oscille entre 1 m. et 2 m.

Kolderup (17), retraçant l'histoire des tremblements de terre norvégiens, déclare que « la Norvège occidentale est la plus souvent et la plus fortement ébranlée ; viennent ensuite le Nordland et les abords du fjord de Kristiania ; la région montagneuse centrale et les préfectures de Tromsø et du Finmark présentent le plus de stabilité ». En Norvège, la moyenne des pluies atteint 1 m. 50 dans la Norvège orientale, 0 m. 75 à Kristiania et 0 m. 35 à Tromsø et dans le Finmark.

Davison (7), résumant ses observations sismiques faites en Grande-Bretagne de 1888 à 1909, écrit que sur « 20 tremblements de terre, 2 se produisent en Angleterre, 7 au Pays de Galles, 1 en Ecosse ». La moyenne annuelle des pluies atteint 0 m. 50 en Angleterre, 1 m. 50 au Pays de Galles et 2 m. 50 en Ecosse. Le quotient commun (0, 04) de ces divers rapports numériques ($2/50$, $7/150$, $1/250$) permet de conclure à la réalité de la constante proportionnelle qui réunit la fréquence des sismes continentaux à celle des chutes pluviales, et par suite à celle des défauts de charge produits par l'érosion (42).

Les tremblements de terre centripètes, ou réajustements par excès de charge, devront être généralement sous-marins et locali-

sés de préférence sur les rivages les plus colmatés par les alluvions issues des terres voisines. Nous disons « généralement » car il arrivera parfois que les dépressions continentales dépourvues d'exutoires vers la mer seront elles-mêmes chargées par excès et deviendront le lieu de sismes d'ordre centripète, alors que leur auréole montagneuse pourra devenir le lieu de sismes centrifuges. Enfin dans les régions volcaniques (marines et continentales), les produits éruptifs, qui apportent avec eux un excès de charge (41) donneront également lieu à des régions sismiques d'ordre centripète. On comprend maintenant pourquoi de Montessus de Ballore (30) a pu écrire d'une part que « sur les rivages, la sismicité est proportionnelle à la raideur des pentes » et d'autre part que « dans les pays d'architecture tabulaire les sismes sont relativement rares ».

Les tremblements de terre, qu'ils soient centrifuges ou centripètes, étant toujours le résultat de l'ascension brusque d'un voussoir lithosphérique, amèneront toujours une nouvelle répartition de la masse lithosphérique, et par suite une nouvelle inclinaison de l'axe de rotation terrestre. L'inclinaison étant produite tantôt par une ascension centrifuge et tantôt par une ascension centripète, on comprend que les brusques variations de l'inclinaison polaire accompagnant ces ascensions inverses devront être de signes contraires. Avec Brillouin (5), Omôre (31, p. 259), Milne (31, p. 259), Cancani (31, p. 259), nous avons montré qu'il en est bien ainsi (43), et confirmé par suite le mécanisme ascensionnel des tremblements de terre et leur parfaite analogie avec nos réajustements lithosphériques.

Avec la phase de faux-équilibre tout voussoir dominant verra sa surface érodée *diminuer* d'altitude géocentrique ; puis la réaction interne provoquant son réajustement centrifuge, cette même surface *gagnera* en altitude géocentrique. Nous allons rechercher quelle est la différence entre le gain et la perte d'altitude du haut voussoir considéré. Si elle était positive, avec chaque réajustement le voussoir irait en augmentant d'altitude géocentrique. La mécanique rationnelle et l'histoire géologique rejettent une telle solution. Si cette différence était nulle, le haut voussoir considéré conserverait la même altitude après chaque réajustement ; ici encore le passé géologique ne permet pas d'accepter une telle hypothèse. Le rejet des deux premières solutions nous oblige à accepter la dernière d'ailleurs confirmée par les faits géologiques : il faut donc que la différence soit positive et que le voussoir réajusté perde en altitude géocentrique. Un raisonnement similaire nous montrerait que le bas voussoir surchargé gagne en altitude

après chaque réajustement. C'est dire que l'extrados lithosphérique tend à la régularisation séculaire de sa surface. On sait que Martel (24) et bien d'autres auteurs ont montré que la dégénérescence des érosions superficielles et souterraines était indéniable, et l'on sait également que la dégénérescence des récurrences glaciaires est maintenant bien établie pour les zones tempérées et tropicale de la surface terrestre.

Ces dégénérescences qui impliquent la diminution des condensateurs des chutes pluviales et la montée lente du niveau hydrosphérique, sont autant de preuves en faveur de la diminution séculaire des dénivellations lithosphériques.

Mais, s'il en est ainsi, les divers voussoirs de l'écorce terrestre se comportent exactement comme les icebergs flottant sur la mer qui les porte. On sait qu'un sixième de l'épaisseur de ceux-ci émerge au-dessus de leur ligne de flottaison ; une nappe de glace de 120 mètres d'épaisseur émergera de 20 mètres. Ceci étant, si nous diminuons cette nappe de la moitié de son épaisseur elle perdra d'abord 60 mètres de son altitude, puis le rééquilibre ou réajustement achevé, elle se sera élevée effectivement de 50 mètres, ayant perdu en réalité 60 mètres d'épaisseur et seulement 10 mètres d'altitude. Inversement si nous surchargeons de 60 mètres la nouvelle nappe ainsi obtenue, elle se réajustera pour reprendre son équilibre primordial, ayant ainsi gagné 60 mètres d'épaisseur et seulement 10 mètres en altitude. Ce sont bien là, sauf le rapport entre les valeurs d'émergence et d'immersion, les caractères des réajustements lithosphériques, et cette conclusion nous permet de répéter après Lippmann (2, p. 49) : « Puisque l'écorce est formée de morceaux flottants juxtaposés en une sorte de mosaïque, il faut bien que chaque élément soit soutenu au-dessous par une poussée archimédienne suffisante. Si donc le morceau considéré supporte une masse importante, le radeau qu'il constitue porte une cargaison plus considérable que celui au-dessus duquel se trouve situé un océan de faible densité ; il faut donc aussi que le radeau le plus chargé plonge davantage dans son océan incandescent. Cela implique comme conséquence que l'écorce doit être plus épaisse sous les continents que sous les océans. » Cet équilibre ascensionnel étant admis, il faut donc, comme le montrent les réajustements des icebergs, que les plus hauts voussoirs soient aussi les plus épais, et qu'en même temps qu'ils s'élèvent, ils voient s'élever leur intrados, tandis que les bas voussoirs, les moins épais, voient avec leurs réajustements centripètes s'abaisser leur intrados. *C'est conclure qu'avec le temps, la lithosphère*

*tout entière tend à la régularisation de son épaisseur ainsi qu'à son englobement par la masse océanique qu'elle supporte*¹.

Il faut donc reconnaître que la marche lente et continue vers la régularisation de la lithosphère (évolution séculaire) est bien comme le voulait Cuvier « accidentée par des événements géologiques violents et catastrophiques » (8, p. 10). Les révolutions du grand naturaliste, les mouvements épirogéniques des géologues actuels et nos réajustements sont d'ordre sismique. Cette constatation apporte aux partisans de la doctrine des causes actuelles un argument que nous considérons comme décisif et capital.

Cette doctrine ne suppose pas, comme l'ont admis certains géologues, la répétition de phénomènes identiques ; en réalité il s'agit de phénomènes semblables, mais de moindre intensité, puisqu'ils sont sans cesse modifiés par la dégénérescence des dénivellations lithosphériques, par l'élévation et l'étalement continus de la mer, par la diminution séculaire de la capacité thermique solaire, etc.

Ces prémisses établies, nous pouvons maintenant aborder la série des phénomènes complexes que l'on embrasse sous l'appellation générique de tremblement de terre centrifuge. Considérons un îlot de faible étendue dominant fortement le milieu marin, et supposons pour la clarté du raisonnement, que ce dernier soit dénué de tout autre voussoir dominant, et qu'enfin le voussoir considéré qui vient de se réajuster possède une force ascensionnelle nulle. Cette dernière hypothèse implique que le poids du volume total du voussoir considéré est égal au poids du magma déplacé par la racine du voussoir. Si le voussoir était latéralement libre, nous le verrions, bien que diminuant d'altitude (par érosion) se rééquilibrer au fur et à mesure de sa perte de charge. Mais comme il n'en est pas ainsi et qu'il est bloqué périphériquement par les bas voussoirs qui l'encadrent, la force ascensionnelle qu'il acquiert par défaut de masse ira en croissant, jusqu'au moment où cette force l'emportera sur la force latérale exercée par les voussoirs d'encadrement. A ce moment, comme le bouchon du pêcheur, préalablement enfoncé dans

1. On sait que Vénus possède une atmosphère très nuageuse, deux fois plus dense que la nôtre ; des pôles couverts de hautes banquises et des montagnes dont les sommets dépassent parfois 40 kilomètres d'altitude. Mars au contraire possède peu ou pas de montagnes, et son atmosphère est moins dense que la nôtre. C'est dire que probablement Vénus est moins avancée que la Terre dans son évolution régulatrice, alors qu'au contraire Mars plus régularisé que la Terre, nous présenterait un des états par lequel celle-ci passera dans un avenir futur. L'échelonnement évolutif probable de ces trois planètes et leur échelonnement respectif dans le champ solaire, plaideraient donc en faveur de l'équilibre ascensionnel de la lithosphère et de ses réajustements périodiques.

l'eau par le poisson qui mord, puis abandonné, le voussoir libéré s'élève brusquement, dépasse son niveau de flottaison, et par une série d'oscillations verticales amorties, s'équilibre définitivement. A cet amortissement correspond « la phase finale » des sismogrammes ; c'est celle « pendant laquelle le mouvement s'éteint graduellement » ; c'est également celle pendant laquelle l'axe terrestre brusquement dévié de sa position antérieure, oscillera avec une intensité décroissante de part et d'autre de la spirale qu'il décrit autour de la position moyenne du pôle (43).

De même que dans l'eau, le bouchon en s'élevant s'entoure de vibrations ondulatoires, le bloc terrestre en s'élevant provoquera généralement dans le milieu lithosphérique qui l'entoure des vibrations qui se propageront en ondes parallèles aux failles bordières. On comprend que suivant le nombre et l'inclinaison de ces dernières, les frottements et les chocs (facteurs des bruits, des vibrations horizontales et des compressions tangentielles) varieront à l'infini. On comprend également que le propre choc du voussoir centrifuge sur les flancs des voussoirs d'encadrement, fera naître dans le voussoir réajusté des réactions latérales réflexes, qui viendront se greffer sur son oscillation verticale et la compliquer à l'excès ; de là les « secousses giratoires » signalées dans quelques tremblements de terre. Ajoutons que l'ascension positive de la racine du voussoir réajusté crée au-dessous d'elle un vide attractif, qui devient pour le magma l'origine d'un train d'ondes se propageant dans ce magma avec une vitesse de propagation différente de la vitesse de propagation des ondes lithosphériques. Enfin si le voussoir réajusté est de grande étendue, ce même vide pourra devenir créateur des oscillations verticales réflexes que les télé-sismogrammes des grands tremblements de terre enregistrent parfois aux antipodes de l'aire sismique.

La libération du voussoir ainsi ébranlé implique non seulement des fractures disjonctives périsphériques, mais encore elle exige que ces fractures intéressent toute l'épaisseur de l'écorce terrestre. Avec Hobbs (31, p. 448) nous les considérons « comme des failles normales dont le pendage approche de la verticale ».

Si par suite de la direction des vents dominants, l'îlot considéré s'érode de préférence sous le vent (cas général des chaînes côtières) la répartition de sa décharge superficielle sera telle qu'au moment du réajustement le voussoir s'élèvera obliquement ; *il donnera de la bande*, et l'observateur de surface constatera « le mouvement de bascule » si fréquemment signalé par

les sismologues et les géologues. Les modalités des réajustements centrifuges étudiés varieront à l'infini et pour en trouver le mécanisme l'observateur devra, avant tous autres facteurs, déterminer le facteur érosif, qui lui donnera généralement la clef du problème à résoudre.

Remplaçons maintenant notre îlot primitif par une région plus étendue, le Plateau Central français par exemple ; on comprend qu'une telle masse, étant périphériquement attaquée par l'érosion, sa surface topographique se fractionnera en vallées d'érosion étoilées et séparées par des crêtes plus ou moins déchargées. Que survienne le réajustement, l'inégalité des gains ascensionnels qui sont proportionnels aux décharges préalables entraînera des ruptures locales, entre lesquelles les divers casiers du massif considéré s'élèveront différemment. De là, un relief nouveau, « dont la marqueterie limitée par des failles à rejet » provoquera un nouveau système hydrographique et pourra même déterminer la création de dépressions fermées. D'autre part certaines de ces ruptures locales formeront des lignes d'événements, où le magma sous-cortical entraîné par ses gaz explosifs trouvera les soupapes d'échappement indispensables aux éruptions volcaniques (44). Si par le jeu des casiers, certaines ruptures locales restent fermées en surface, leurs ouvertures restées béantes par la base faciliteront les intrusions magmatiques, qui apporteront avec elles leur haute température et accentueront ainsi, à la longue, le degré géothermique de la région réajustée. Le fait même qu'un voussoir s'élève ou s'abaisse, implique également l'ascension des isogéothermes. De là, les anomalies du degré géothermique si fréquemment constatées au cours des divers sondages opérés en vue de l'exploitation du sous-sol lithosphérique. On sait qu'au cours du Tertiaire et du Quaternaire, le Massif Central s'est réajusté à diverses reprises en donnant lieu aux divers phénomènes que nous venons d'esquisser (13).

Si la masse alluvionnaire auréolant notre îlot primitif n'a joué qu'un rôle infime dans le remplissage de l'immense bassin marin qui la contient, et par suite dans l'élévation de son niveau superficiel, il n'en est pas moins acquis que cette masse en excès est venue à son tour troubler l'équilibre de son substratum. Celui-ci plus surchargé sur la côte qu'au large, où parviennent seulement les matériaux fins, s'est réajusté par mouvement de bascule centripète. Le réajustement achevé, les fonds sous-marins entourant l'îlot ont d'autant plus gagné en altitude géocentrique qu'ils étaient plus près du voussoir centrifuge. Avec le temps, les réajustements se succédant, le profil de l'îlot et de

son auréole alluvionnaire a été en s'aplanissant sans cesse. Au centre de l'îlot, par suite des ascensions saccadées du voussoir centrifuge, *ont apparu des roches d'origine de plus en plus profonde*, alors qu'à la périphérie les sédiments auréolaires créés aux dépens de ces roches se succèdent de bas en haut et du centre à la périphérie, en couches de plus en plus récentes. Chaque série de couches réajustées en même temps étant séparée des deux séries qui l'encadrent par un réajustement, il y a naturellement discordance de sédimentation entre chaque série. De plus chaque série sédimentaire commençant avec le rajeunissement du relief, débutera par des éléments détritiques grossiers (brèches, poudingues, arkoses) et se continuera, par suite de la réduction des pentes inhérente à la phase de faux-équilibre, par des éléments de plus en plus fins.

D'autre part, autour du voussoir centrifuge les traces d'érosion marine correspondant à la fin de chaque phase de faux-équilibre se succéderont de telle sorte que les plus anciennes seront les plus élevées. Si le voussoir centrifuge s'est chaque fois réajusté verticalement, ces traces d'érosion seront parallèles entre elles ; mais s'il a basculé en se réajustant, les diverses cotes d'une même ligne d'érosion donnée seront inégales ; il pourra même arriver que pour un voussoir étendu, l'excès d'érosion, donc de décharge, localisé sur une surface déterminée, amènera un réajustement local et prématuré de cette surface, ce qui décalera les lignes d'érosion du casier réajusté prématurément par rapport à celles des casiers voisins non encore réajustés. « Excepté sur les bords du détroit de Messine, où ont eu lieu des mouvements épirogéniques récents, qui ont porté les couches littorales à *Strombus hubonius* à 100 m. au-dessus du niveau de la mer, l'altitude moyenne atteinte par la mer à *Strombus* ne paraît pas avoir dépassé 35 m. » (14, p. 1862). La fréquence et l'intensité des sismes sur les deux bords du détroit de Messine permettent de comprendre le décalage des couches à *Strombus* signalé par Gignoux (12). Les mêmes causes expliquent également pourquoi, sur les flancs des fjords norvégiens, on voit si souvent une même plateforme côtière (*seter*), s'échelonner en gradins étagés séparés par des failles à rejet (36, p. 578). Il s'agit ici de casiers centrifuges, dont l'ascension proportionnelle à la décharge préalable, a été inégale au moment du réajustement d'ensemble ou des réajustements locaux. On sait que Bravais, Kjerulf, Petterson (36, p. 579) et bien d'autres admettent que les bordures des fjords se sont élevées par saccades.

Comme exemples typiques de réajustements sisniques ayant diversement remanié la ligne d'érosion marine, citons les tremblements de terre de septembre 1899, dans la baie de Yakutat (Alaska). D'après Ralph S. Tarr et Lawrence Martin, *la chaîne de Saint-Elie est encore aujourd'hui en voie de formation*. La carte des failles qui se sont ouvertes et des variations de cotes qui se sont produites pendant ces tremblements de terre (fig. 263, t. III, 3^e partie de la traduction française de la Face de la Terre), montre que le voussoir de Tébenkof s'est élevé très irrégulièrement ; c'est dire que ce voussoir s'est fractionné en divers casiers s'étant chacun réajusté pour son propre compte. Au delà de la Baie du Désenchantement, la pointe de Funston s'est élevée de 14, 4 mètres. « C'est probablement là, écrit Ed. Suess, avec San Francisco, l'exemple le mieux étudié de mouvements tectoniques incontestables survenus à l'époque actuelle. » (36, p. 1184) L'affaissement oriental de la plaine de Yakutat Foreland que surchargeaient des alluvions et des dépôts de plages, montre sur la même carte que le réajustement général a été antagoniste.

Les casiers en gradins, avec failles en escalier des géologues (fig. 96, Emile Haug, *Traité de Géologie*, t. I) doivent être considérés comme autant de témoignages irrécusables des géosismes qui ont périodiquement rétabli l'équilibre lithosphérique sans cesse modifié par le travail des agents extérieurs. Leur genèse est simple et peut s'exposer en quelques lignes. Envisageons un haut voussoir lithosphérique formant chaîne de montagne allongée avec deux flancs à peu près identiques. Par suite des chutes pluviales et du ruissellement des eaux courantes, la dénudation de chacun des deux flancs s'accroît du sommet de la montagne à son pied. Le défaut de charge croissant de la même façon, il en résultera que les parties basses de l'un des deux flancs considérés, plus déchargées que les parties hautes, se réajusteront les premières, suivant des casiers allongés délimités par des failles grossièrement parallèles à la crête ; ou bien encore le flanc entier se réajustera en se fractionnant en divers casiers allongés suivant l'axe de la chaîne. Mais que le réajustement centrifuge soit général, ou qu'il soit localisé, il reste acquis que ce sont les casiers les plus déchargés qui perdront le plus en altitude géocentrique. Par rapport au profil d'érosion qu'a sculpté la phase de faux-équilibre précédente, on verra donc les casiers réajustés s'étagier en gradins, avec failles en escalier descendant vers l'extérieur de la chaîne. Le profil général de la chaîne envisagée sera celui d'un parvis allongé auquel on accède par une succession de gradins montants. Le même raisonnement appliqué au

négatif d'une chaîne montagneuse, c'est-à-dire à un creux surmontant un bas voussoir encadré de deux hauts voussoirs latéraux, montrera que le colmatage allant croissant du bord de la cuvette à son axe médian, le ou les réajustements centripètes achevés, ce sont les casiers qui seront les plus surchargés, donc ceux du centre, qui seront le plus descendus et qui auront aussi le plus gagné en altitude géocentrique par rapport au profil du substratum qui les porte. C'est dire que de part et d'autre de l'axe médian, le miroir des failles à rejet tournera son regard vers la montagne d'encadrement. Le profil général du creux colmaté et réajusté sera le même que celui de la chaîne ci-dessus, et de part et d'autre du casier central (à deux regards), on marchera vers la montagne par une série de gradins descendants. Après leur réajustement centripète, les sédiments *a*, récemment déposés, présenteront en leur centre un axe dominant, rappelant à peu près le géanticlinal médian des géosynclinaux théoriques. Si après le réajustement qui a donné lieu à ce pseudo-géanticlinal, la mer ne recouvre que les deux bas-fonds latéraux qui l'encadrent, il est aisé de se rendre compte qu'avec la phase de faux-équilibre qui commence, aux sédiments *a* des bas-fonds latéraux on verra succéder des sédiments *b* nouveaux, alors que ceux-ci feront défaut sur l'axe médian; de plus les matériaux détritiques de celui-ci seront à l'état alluvionnaire incorporés dans les sédiments *b*. Des exemples de phénomènes semblables se rencontrent fréquemment dans le passé géologique, et leur genèse a donné lieu à des explications sur lesquelles on discute encore beaucoup aujourd'hui. Pour nous la partie centrale de la coupe schématique qui d'après L. Van Wervecke (fig. 100, Émile Haug, Traité de Géologie, t. I) représente l'affaissement de la vallée du Rhin, n'est pas exacte. A notre avis, le casier central plus épais que le représente la figure, devait déborder l'extrados et l'intrados des casiers latéraux de moins en moins épais vers les bords de la cuvette. L'ensemble du remplissage tertiaire réajusté devait être semblable à la forme d'un écrou central encastrant une tige à gradins diminuant d'épaisseur de l'écrou aux deux extrémités de la tige. En somme en superposant à la partie centrale du schéma de Wervecke, une partie identique mais renversée, on obtiendrait la coupe qu'obtiendront sûrement nos géologues si, profitant de sondages nécessités par la recherche du pétrole et de la potasse, ils arrivaient à dresser exactement la coupe en travers de la vallée du Rhin.

Ajoutons qu'en raison de la croissance de la charge, les divers casiers centripètes qui se réajustent, s'inclineront plus ou moins

et viendront plus ou moins buter les uns contre les autres, introduisant ainsi dans la masse réajustée des phénomènes de compression latérale qui auront plus ou moins courbé, voire même écrasé, certaines parties de cette masse. Le même raisonnement s'appliquant aux réajustements centrifuges des flancs montagneux, on voit que des compressions d'ordre tangentiel pourront dériver de mouvements verticaux, et cela quel que soit le sens du mouvement ascensionnel. Si le remplissage alluvionnaire était d'épaisseur uniforme, son réajustement centripète et vertical se produirait d'un seul bloc, d'où l'absence de ruptures locales et partant celle de zones de compression tangentielle. L'Amérique du Nord nous offre des exemples nombreux de tels réajustements.

Si l'on admet, à titre didactique, que la densité moyenne de l'écorce terrestre et celle du magma soient respectivement 2,5 et 3,5, quelle que sera l'épaisseur de la lithosphère, le rapport entre ses parties émergée et immergée sera toujours de 10/25. S'il en est ainsi, après le ou les réajustements centripètes des 2500 mètres de surcharge de l'ancienne vallée rhénane, le substratum et sa surcharge sont descendus de 1786 mètres, et le sommet des alluvions tertiaires a gagné 714 mètres par rapport à l'altitude géocentrique qu'avait le fossé rhénan avant son ou ses réajustements centripètes.

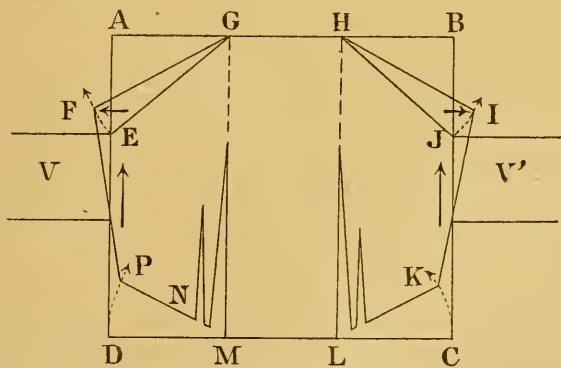


FIG. 1

Dans la discussion qui précède nous avons envisagé le réajustement de voussoirs entourés de failles-bordières continues, mais la géologie nous apprend que « certains horsts (hauts voussoirs) et certains fossés (bas voussoir surmonté d'un creux encadré de hauts voussoirs), au lieu d'être limités par des failles le sont par des flexures, de sorte qu'ici l'affaissement a eu lieu sans rupture. On en connaît plusieurs exemples dans le centre

des États-Unis » (14, p. 245). Si nous considérons un haut voussoir ABCD (fig. 1) encadré entre deux bas voussoirs V et V', se réajustant après avoir perdu les parties AGE et HBJ, il est facile de se rendre compte que le casier GHLM, non déchargé, ne bougera pas, alors que les deux flancs AGMD et HBCL qui ont subi une décharge croissante d'amont en aval, s'élèveront plus en E et en J qu'en tous autres points de leur extradoss ; en revanche, en H et en G, ils resteront stationnaires. Il s'ensuit que le rééquilibre atteint, EG viendra en FG, et DM en MP ; mais pour ce faire, à la base de G, en M, il se produira des fissures M et N béantes par la base, qui deviendront des dykes de remplissage *per ascensum*, où les gaz et les vapeurs ascensionnels entraîneront avec eux une partie de celui-ci¹. Plus tard avec l'érosion superficielle et les réajustements concomitants, les filons intrusifs du voussoir considéré pointeront en dykes éruptifs au-dessus de la surface topographique environnante. Le parallélisme grossier de ces divers filons et leur diminution progressive de M vers N, permettront alors de déterminer l'allure générale et le caractère centrifuge des tremblements de terre fossiles qui les auront créés. On comprend qu'avec la répétition des tremblements de terre centrifuges aux mêmes points, la fissure GM jouera plusieurs fois et finira par atteindre l'extrados du voussoir ; devenue faille disjonctive, elle pourra alors se jalonner d'événements volcaniques plus ou moins espacés.

Si maintenant, nous considérons le négatif du haut voussoir précédent (relief de la fig. 1), nous obtiendrons la fig. 2, où le creux EABF est déterminé par le bas voussoir ABCD et par les hauts voussoirs d'encadrement H et H'. Après remplissage suivant EQ et PF, les réajustements centripètes se produisant, EQ viendra en JQ et DR en RI. La descente par monoflexure autour de Q, amènera en ce point, des fissures Q et S, béantes par le sommet, où viendront, *per descensum*, s'introduire les produits alluvionnaires qui suivront le réajustement. C'est dire que ces matériaux d'ordre sédimentaire seront d'un âge géologique succédant immédiatement à celui de la partie supérieure des épontes qui les contiendront. On comprend qu'après une nouvelle série de colmatage recouvrant plus ou moins les ouvertures de ces fissures, il pourra se produire un nouveau réajustement qui rouvrira les fissures primitives et les prolongera par en haut, d'un

1. Il peut arriver comme nous l'avons constaté en Indochine, dans la vallée de la Rivière Noire (rive gauche), entre le four à chaux de Laï-Chau et le rapide d'amont, que des blocs bréchoïdes brisés au moment de la fissuration seront enrobés dans le magma intrusif. La forme angulaire des blocs ennoyés, et l'observation de la coupe des épontes au lieu du gisement, montrent bien que ces blocs ont été entraînés avec le magma montant.

étage plus récent, et par en bas d'une fissuration nouvelle gagnant vers l'intrados. La rencontre de dykes sédimentaires grossièrement parallèles et relativement rapprochés, sera donc pour le géologue un indice de réajustements fossiles d'ordre centripète et généralement sous-marins. « Diller ayant reconnu dans le NW de la vallée du Rio Sacramento des dykes gréseux fossilifères inclus dans le Crétacé, revint dans la région, et il y rencontra tout un district où cette curieuse formation est tellement développée qu'elle le caractérise de la plus nette façon. Les dykes de grès s'y présentent en séries, dont le parallélisme approché, entre des limites assez resserrées, évoque invinciblement l'idée d'une origine tectonique... Les tremblements de terre apparaissent clairement comme la cause et l'origine des dykes de grès, et cette explication est maintenant acceptée » (31, p. 417).

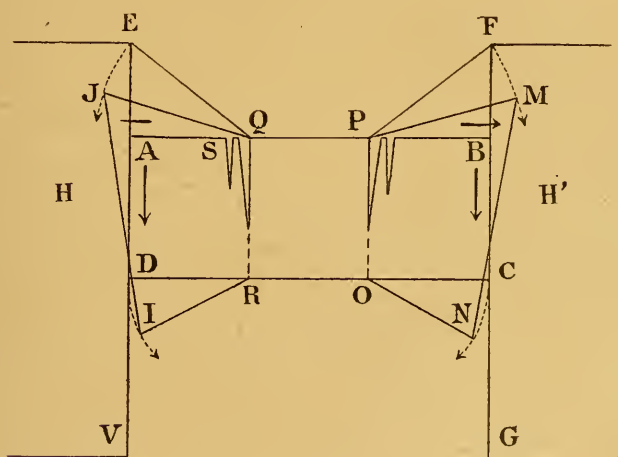


FIG. 2

Ajoutons que l'inspection des figures 1 et 2 montre : 1° que le casier FGMP (fig. 1) vient, en se réajustant, buter par son sommet sur le bas voussoir en contact ; 2° que le casier JQRI (fig. 2) vient également, en se réajustant, buter par son sommet sur le haut voussoir en contact. Si donc les deux réajustements sont synchroniques, la ligne de contact séparant les deux casiers antagonistes (ligne de choc), devient une zone de compression telle, que, de part et d'autre de cette ligne, on constatera des plissements, des écrasements et voire même des pénétrations réciproques (chevauchements) ; ces pénétrations seront régies à la fois par la plasticité des roches en présence, par l'in-

tensité des ascensions antagonistes et par le nombre de leurs rééditions. De plus, comme au moment des réajustements, l'intensité des chocs sera la plus forte au sommet des casiers réajustés, les observateurs de surface seront naturellement conduits à situer « le pseudo-épïcêtre » du sisme à une profondeur relativement faible. Pour la même raison, il arrivera quand l'érosion permettra d'étudier les effets tangentiels des sismes antagonistes, que les géologues seront amenés à constater que ces effets maxima en surface, iront en diminuant avec la profondeur.

Le processus de la flexure simple que nous venons de décrire s'applique également au réajustement centripète d'un creux en forme de segment sphérique. Sur les bords évasés de celui-ci le colmatage étant nul, il ne peut s'y produire ni variation de charge, ni réajustement. Il s'ensuit qu'avec le réajustement centripète du centre surchargé, on constatera l'existence d'une flexure périphérique. C'est là un cas qui doit être rare, car il suppose également la non variation des hauts voussoirs d'encadrement et par suite l'origine éloignée des alluvions de remplissage.

Si l'on accepte l'évolution régulatrice de la lithosphère et ses réajustements périodiques, on est fatalement conduit, si inattendu que cela puisse paraître, à considérer tous nos grands massifs dominants et tous nos profonds océans actuels comme des *survivants amoindris* de reliefs et de creux jadis bien plus importants. « *La surrection des chaînes de montagnes*, consécutive au plissement, peut donc être assimilée à la formation des aires de surélévation et des aires continentales. Elle rentre dans la catégorie des mouvements épirogéniques et non, si paradoxale que puisse paraître une pareille affirmation, dans celle des mouvements orogéniques » (14, p. 533). Que l'on remplace les mots « consécutive au » par les mots « créatrice du » et l'affirmation de Haug devient la consécration de nos réajustements.

De la survivance des grands sommets il résulte que la bordure des grands océans, quand elle est dominée par une chaîne imposante (cas des Andes), sera périodiquement affectée de réajustements centripètes à monoflexure située vers le large. Avec le temps les alluvions terrigènes pénétrant plus au large, les fissures béantes de ces monoflexures iront également en s'avancant vers la haute mer, jalonnant ainsi le fond marin d'une série de dykes sédimentaires d'autant plus récents qu'ils s'éloigneront plus du rivage. En revanche, sur le flanc maritime de la chaîne côtière, on rencontrera, si toutefois l'usure érosive le permet, une série de dykes éruptifs également parallèles au rivage et

d'autant plus récents qu'on s'avancera plus avant vers la crête actuelle. Avec la répétition séculaire des réajustements centrifuges, il arrivera que les fissures primitives et principales du flanc considéré finiront par atteindre l'extrados et deviendront des fractures disjonctives jalonnées d'événements volcaniques. C'est ainsi que la côte SW de Sumatra montre deux alignements éruptifs parallèles au rivage, dont le plus rapproché de celui-ci est constitué par des éruptions andésitiques tertiaires, et le plus éloigné par des éruptions modernes (fig. 87, t. I, de la Face de la Terre, traduction française). Que l'on compare cette figure à la fig. 24, de la « Géographie séismologique » de F. de Montessus de Ballore, et l'on verra que les aires sismiques de la côte SW. de Sumatra jalonnent également les deux alignements éruptifs cités ci-dessus. C'est dire que dans la région étudiée les volcans, les tremblements de terre et les failles disjonctives sont des phénomènes différents issus d'une seule et même cause : le réajustement de casiers lithosphériques préalablement déséquilibrés par la variation superficielle de leur masse. Ici, comme nous l'avons indiqué, on constate bien que les fractures disjonctives parallèles sont d'autant plus récentes qu'elles s'éloignent plus du rivage : en effet près de celui-ci, alignement de volcans tertiaires, et plus au delà, alignement de volcans actuels. Ajoutons que la moyenne annuelle des pluies qui dépasse 2 mètres pour l'ensemble de Sumatra, est généralement plus élevée sur la côte SW que sur la côte NE où les sismes sont très rares. A Sumatra la perte de charge par érosion est partiellement compensée par le gain de charge produit par les éruptions volcaniques. D'où la complication des réajustements sismiques, et les difficultés qu'éprouveront géologues et sismologues pour débrouiller les mouvements ascensionnels appartenant en propre aux variations négatives et positives.

Comme type de réajustement centripète avec mouvement de bascule, signalons celui du 23 janvier 1855 qui se produisit en Nouvelle-Zélande : « Il s'était évidemment produit un mouvement de bascule, dont l'axe se trouvait dans le détroit de Cook; de plus l'amplitude du mouvement diminuait à mesure que l'on s'éloignait de la faille, ainsi qu'il est facile de le vérifier en suivant de l'œil, sur la côte nord du détroit, un cordon soulevé de Nullipores, marque de l'ancien rivage. Ce cordon était porté à 3 m. d'altitude tout contre la faille, à 1 m. 50 près de Port Nicholson, c'est-à-dire à 19 kilomètres plus à l'Ouest, et, à 37 kilomètres, il n'y avait plus de changement appréciable » (19, p. 364). Cet exemple devenu classique et que Suess, adver-

saire des mouvements centrifuges a dû lui-même accepter, nous montre le flanc oriental de la chaîne de Ramutuka, se réajustant sur 145 kilomètres de longueur et 37 kilomètres de largeur, en se soulevant de 3 mètres à l'aval, et en pivotant autour de la crête non déchargée. On comprend qu'avec les répétitions futures de ce réajustement, il faut s'attendre, dans un avenir évidemment éloigné, à voir des événements volcaniques jalonner plus ou moins la crête de la chaîne de Ramutuka.

On sait qu'en Islande Thoroddsen a montré que des fosses préexistantes ayant été plus ou moins comblées de produits volcaniques, ont été postérieurement affaissées. « La fosse de Sveinagjá ainsi comblée, s'est, au cours du tremblement de terre de février 1875, affaissée sur 15 kilomètres de longueur, 500 mètres de largeur et sur 15 à 20 mètres de profondeur; des falaises-fractures la limitent de tous côtés. Le même processus a été observé pour le courant de laves de 1340, près de Krisavik, et dans d'autres circonstances encore... Thoroddsen a signalé aussi un affaissement de 60 à 70 kilomètres carrés au célèbre lac de Thingvalla sur 30 à 50 mètres de profondeur, entre les fractures de Almangjá et de Krafnagjá, phénomène renouvelé avec une amplitude de 2 à 3 mètres, lors du tremblement de terre de 1789... Après la série des cinq tremblements de terre qui se sont succédé en 1896, dans le SW de l'Islande, Thoroddsen a constaté que les dégâts produits par les cinq principales secousses ont été délimités de la façon la plus nette. Cette observation typique lui a fait conclure que, pour chacune d'elles, un bloc de terrain avait été mis en mouvement pour son propre compte entre les fractures qui le comprennent, fractures qui, cachées sous l'épais manteau éruptif, n'en doivent pas moins avoir une existence parfaitement réelle » (30, p. 111). Nous prenons ici sur le vif les réajustements de voussoirs lithosphériques préalablement surchargés, et l'on ne peut attribuer aux tremblements de terre qui les accompagnent « la rémission ou la libération de tensions intratelluriques » puisqu'il s'agit de descente provoquée par une surcharge extérieure à la lithosphère. Que cette surcharge provienne d'événements volcaniques, ou des sommets érodés par les pluies, voire même des espaces cosmiques sous la forme de météorites, elle provoquera toujours la poussée hydrostatique (négative) du magma sous-jacent. Le fait que les effets tangentiels des cinq tremblements de terre de 1896 (voir fig. 12 de la « Géographie séismologique ») ont été nettement limités par des failles disjonctives, implique une surcharge préalable également répartie et la descente verticale de casiers, butant peu ou pas

sur les lèvres des voussoirs d'encadrement¹. Cette hypothèse se trouve confirmée en ce sens qu'il s'agit, dans le cas cité par Thoroddsen, de réajustements successifs des diverses fractions d'une même nappe d'épanchement volcanique.

Les tremblements de terre des îles Saint-Paul, dont les volcans sous-marins épauchent leurs péridotites sur les bas-fonds voisins sont également l'œuvre de réajustements centripètes. Ce sont encore des réajustements de même nature (surcharge volcanique), qui ont produit l'affaissement de l'Atlantique septentrional, celui de l'Atlantide de *Platon*, celui des fossés africains, celui des ovales méditerranéens et celui de bien d'autres voussoirs lithosphériques. La densité des roches volcaniques étant supérieure à celle des alluvions terrigènes, on comprend qu'à volume égal elles descendront plus bas que les produits alluvionnaires. Il en est résulté que les vides qu'elles ont laissés au-dessus d'elles, ont peu à peu contribué à l'abaissement du niveau marin. C'est là une constatation dont les historiens du passé terrestre devront tenir compte dans leurs études des vicissitudes du niveau marin. Remarquons incidemment, que la hauteur d'eau au-dessus des surfaces récemment effondrées augmentant proportionnellement à la descente récente, il y a là une cause de surcharge effective, capable, soit d'accentuer le mouvement centripète en cours, soit d'en provoquer une réplique ultérieure. Remarquons aussi que le vide que les voussoirs sous-marins brusquement descendus laissent derrière eux, provoque dans le milieu marin un train d'ondes sismiques improprement nommées raz de marée. L'île Saint-Paul avec ses volcans sous-marins, la côte nord de la Sicile avec ses volcans tyrrhéniens, la côte orientale du Japon au large de laquelle pointent tant de pitons volcaniques sous-marins sont fréquemment soumises à l'assaut destructeur des vagues sismiques.

Étant donné que les variations de charge superficielle (positives ou négatives) ne sont qu'exceptionnellement également réparties, il s'ensuit qu'en matière de réajustement (positif ou négatif), le mouvement de bascule sera la règle. C'est dire que la plupart des tremblements de terre seront accompagnés de compressions latérales s'exerçant surtout sur les couches superficielles et au voisinage immédiat des failles-bordières. On comprend pourquoi les déformations diastrophiques diminuent d'intensité avec l'éloi-

1. Le fait que Milne a signalé en 1906, qu'un tremblement de terre peu violent avait été ressenti aux antipodes sans s'être manifesté sur les arcs intermédiaires, implique bien l'existence d'un réajustement vertical dénué d'effets réflexes latéraux.

gnement de la faille-bordière, et pourquoi la direction des plis sera grossièrement parallèle à cette même faille. Le même mécanisme explique également pourquoi les plis enveloppent si fréquemment les horsts (hauts voussoirs) qui les ont produits, et pourquoi ces mêmes plis, formés par réajustements successifs, se superposent plus ou moins, ou s'échelonnent en s'éloignant de ce haut voussoir. Très au large de ce dernier, les alluvions d'épaisseur uniforme, surtout s'ils sont organogènes, se réajusteront verticalement, sans poussées ni déformations tangentielles. Les centres des bassins aquitainien et parisien doivent à cette manière d'être la faible déclivité de leurs ondulations. Au contraire dans les creux allongés, peu larges et profonds, qu'encadrent d'importants hauts voussoirs, les réajustements seront tels que l'avancée relative des deux flancs continentaux écraseront littéralement les sédiments intercalaires. En Indochine nous avons prospecté des couloirs atteignant quelques kilomètres de largeur, où des schistes triaso-rhétiques avaient été tellement resserrés entre les deux hauts voussoirs cristallins les encadrant, qu'ils étaient verticalement « lamellisés » en feuillets grossièrement parallèles aux crêtes cristallines. Il nous a fallu revenir sur le terrain (feuille de Tu-Lé), pendant trois campagnes successives avant de pouvoir nous rendre compte que les sédiments étudiés n'étaient pas plissés verticalement. Du Fleuve Rouge (Lao-Kay) au Mékong (Xieng-Xen), sur les 700 kilomètres de coupes géologiques que nous avons prospectées et levées, nous avons bien noté 200 à 300 kilomètres de terrain triaso-rhétien présentant le même aspect lamelliforme. Il est bon d'ajouter que la mer secondaire indochinoise présentait de nombreuses indentations, et que les hauts voussoirs primaires ou cristallins de la même époque secondaire étaient eux-mêmes très morcelés ; d'où un ensemble topographique à peu près semblable à celui que nous présente actuellement l'archipel de la Sonde. Incidemment rappelons que la lèvre bordière du voussoir centrifuge pendant fréquemment vers ce dernier (fig. 1), et s'avancant vers le bas voussoir (avant-pays de Suess), chevauche souvent des sédiments dont les couches lamelleuses semblent normalement plonger sous la masse centrifuge. De cette stratification apparente et de ce renversement inopérant résultera une tectonique indiscernable pour l'observateur qui ne tiendrait pas compte des mouvements ascensionnels et antagonistes des deux voussoirs en contact.

Comme exemples de tremblements de terre modernes, créateurs de compression tangentielle, citons : 1° le grand tremblement de terre de l'Assam du 12 juin 1897, à la suite duquel

Oldham a montré (fig. 145 de la « Science seismologique ») que le mouvement centrifuge des schistes anciens a refoulé les argiles alluvionnaires de la plaine bordière (31, p. 414); 2° le grand tremblement de terre du Japon du 28 octobre 1891, qui a donné lieu à l'ouverture d'une faille de 160 kilomètres de longueur avec rejet dépassant parfois 20 mètres. Kotô évalue au moins à 6 mètres la quantité dont la vallée du Néo s'est rétrécie sous l'avancée relative du voussoir centripète (31, p. 425); 3° le tremblement de terre d'Old Chaman (Bélouchistan) du 20 janvier 1892, à la suite duquel le haut voussoir centripète (chaîne des Khojak) s'est élevé de 20 à 30 centimètres en faisant rejouer une ancienne faille-bordière et en s'avancant de 80 centimètres vers le voussoir (plaine de calcaire terreux) dont le bord voisin de la faille a été rétréci de 76 centimètres (30, p. 207).

Comme type de géosismes ayant produit les mêmes effets tangentiels, citons d'Indochine, entre mille autres exemples semblables, celui de Yen-Bay où le voussoir centrifuge formé par la chaîne cristalline de l'Éléphant s'est élevé au début du Quaternaire en refoulant et plissant les alluvions mio-pliocènes déposés dans le lac tertiaire de Yen-Bay. A la pagode située à l'Est de la gare, au bord du Fleuve Rouge, on peut voir que le substratum cristallin qui portait les alluvions lacustres a été plissé avec sa charge alluvionnaire, alors que plus au Nord assez au delà de la faille-bordière, on constate que la masse cristalline est restée indemne de compression. Ici, comme sur de nombreux autres points du Sud-Est asiatique, on constate que le réajustement a été suivi non seulement d'un nouveau cycle érosif dont les grès et poudingues horizontaux recouvrent les couches plissées du Tertiaire, mais encore que ce cycle a débuté par des chutes rocheuses bréchoïdes causées par le géosisme. Ces brèches sismiques que Rabot a étudiées (35) dans le massif du Mont-Blanc, après le tremblement de terre du 13 août 1905, et qu'il a proposé d'appeler « erratique sismique », ont été très souvent confondues soit avec l'erratique glaciaire, soit avec des brèches côtières.

On sait que dans son remarquable mémoire sur les terrains créacés de la région d'Hendaye (20), J. de Lapparent a montré que les brèches contenues dans ces terrains étaient régulièrement stratifiées entre des schistes et des calcaires déposés en mer calme. L'auteur les attribue à la fois à une dénivellation sous-marine, à l'existence d'une ride de formation récente et à des oscillations du niveau marin. H. Douvillé discutant à son tour l'hypothèse de J. de Lapparent, conclut nettement à l'origine sismique des brèches considérées : il termine ainsi sa note à

l'Académie des Sciences : « Les brèches sont le résultat des soubresauts de l'écorce terrestre pendant les mouvements épirogéniques » (9).

« Il est rare qu'un tremblement de terre soit un phénomène isolé ; généralement, il est suivi d'un certain nombre d'ébranlements successifs, dont l'intensité et la fréquence décroissent d'une manière plus ou moins régulière » (31, p. 86). On comprend en effet que l'ascension centrifuge d'un casier déterminé d'une chaîne de montagne donnée (haut-voussoir), sera généralement suivie de l'ascension des casiers voisins dont le quotient d'érosion et partant la perte de charge sont à peu près identiques à ceux du casier déjà réajusté.

A ce propos, citons l'exemple typique signalé par Midlemiss : « Un cas où le dédoublement des isosistes a été fort instructif quant à la genèse du tremblement de terre est celui du désastre de Kangra, au pied de l'Himalaya, le 4 avril 1905 » (fig. 25 de la « Science seismologique »). D'après Midlemiss, « l'isosiste VIII, la troisième s'est dédoublée autour de Dehra-Dun et de Kangra en deux ovales correspondant exactement à deux renflements de la ligne de séparation (faille-bordière) entre la bordure tertiaire du pied de l'Himalaya et les roches anciennes de la chaîne. Or les deux vallées de Kangra et de Dehra-Dun présentent, surtout la première, des pentes beaucoup plus considérables que les autres vallées de la région. L'effet de la dénudation y a donc surpassé la moyenne et les deux fonds de vallée ont été surchargés par les alluvions. Cette perturbation a été suffisante à la longue, pour déterminer le tremblement de terre avec l'intensité X autour de Kangra, où ces circonstances sont plus accentuées et seulement avec celle du degré VIII autour de Dehra-Dun » (31, p. 95). Nous n'avons pas besoin d'insister pour montrer que la suggestion de Midlemiss est pour notre théorie un argument péremptoire, auquel vient s'ajouter ce fait que Mac-Mahon et bien d'autres géologues du *Geological Survey* de l'Inde, ont annoncé « que l'Himalaya subit actuellement un lent mouvement de surrection ». Comme nous l'avons exposé ci-dessus, la surrection dont il s'agit n'affecte que le piédestal de la chaîne et n'empêche pas la lente dégénérescence de ses cotes dominantes.

Cette manière d'être s'applique à tous les voussoirs dominants de la carapace terrestre, et c'est à un tel processus qu'il faut attribuer les appréciations suivantes, que de Martonne a tirées de ses études des reliefs asiatiques et alpins (25 et 26). Parlant des mouvements centrifuges des masses asiatiques il écrit : « Ces faits montrent nettement que la tendance à la formation de bas-

sins intérieurs date de loin dans l'histoire du continent asiatique et que *les reliefs montagneux ont été repris par des mouvements de soulèvement accompagnés de resserrement des bassins inférieurs jusqu'à une époque très récente.* »

C'est encore à cette même manière d'être qu'il faut attribuer les données de la carte de la structure continentale de l'Asie, où Bailey Willis a pu séparer les éléments qui ont montré une tendance à s'élever (hauts voussoirs) des éléments qui ont montré une tendance à s'abaisser (bas voussoirs relatifs) (1).

L'ensemble géographique constitué par la Sibérie, l'Asie Centrale et tout le Sud-Est-Asiatique, étant émergé, donc dominant, depuis le Jurassique, s'est, depuis cette époque, et jusqu'au dernier tremblement de terre qui s'y est produit, réajusté par saccades et sporadiquement. La surface topographique de cet ensemble n'a pas vu s'accroître son altitude géocentrique mais elle a vu périodiquement ses piédestaux montagneux récupérer partiellement et localement les pertes d'altitude géocentrique causées par l'érosion. Les coups de gouge qui l'ont rabotée depuis le Jurassique, étant surtout intenses sur les reliefs qui étaient beaucoup plus élevés à cette époque, ces reliefs se sont réajustés plus intensément et plus fréquemment que les parties basses moins rabotées. Certaines de celles-ci formant bassins fermés, ont été surchargées d'alluvions continentales et ont subi des réajustements d'ordre centripète. Elles font partie des bassins inférieurs resserrés de E. de Martonne et des éléments abaissés de Bailey Willis ; contrairement aux suggestions de ce dernier, elles ont en fait gagné en altitude géocentrique. Avec leurs réajustements et ceux des hauts voussoirs, les failles bordières asiatiques ont été le lieu de multiples coincements tangentiels. De là, la complication extraordinaire des derniers plissements asiatiques et leur âge composite s'échelonnant du Jurassique à nos jours. Le pli des alluvions de l'Assam date d'hier, ceux de Yen-Bay datent du début du Quaternaire, d'autres datent du Tertiaire, d'autres du Crétacé et d'autres encore du Jurassique.

Comme preuve typique de la corrélation entre la dénudation et le mouvement sismique, citons encore une observation personnelle que nous puisons dans nos notes journalières, extraites de nos carnets d'itinéraires géologiques dans le Haut-Laos. Au cours de la nuit du 20 au 21 novembre 1908, dans le petit village de Ngoï-Xa, sur le flanc ouest du col séparant le bassin de la moyenne Rivière Noire de celui du Haut Nam-Ou, le lieutenant Franchi et nous-même, avons ressenti une et peut-être deux secousses verticales de tremblement de terre d'intensité

moyenne, que nous avons notées, sans nous rendre compte à ce moment de ce que nous devions observer dans la journée du 21. En descendant du col, ce jour-là, et en nous engageant dans la tête de vallée du Oué-Nam-Koum, nous constatons que son thalweg et ses abords étaient, sur plus de un kilomètre de longueur, obstrué par un glissement de flanc de vallée qui avait accumulé là, arbres, rochers, sables, argiles et humus, atteignant au pied de la crête plusieurs décimètres d'épaisseur. A droite et à gauche, sur des crêtes parallèles éloignées, nous aperçûmes également des glissements considérables. Ayant interrogé des indigènes nous apprîmes qu'à la suite des huit jours de pluie qui s'étaient suivis du 11 au 16 novembre, ces éboulements s'étaient plus ou moins succédé en barrant partiellement les vallées qu'ils obstruaient. Nous notâmes ces faits sans nous rendre compte du lien qui unissait ces dénudations aux secousses ressenties dans la nuit du 20 au 21 novembre : ces dénudations avaient été le dernier appoint qui avait fait pencher la balance et provoqué la réaction sismique à l'autre extrémité du fléau. Ce n'est que quelques années plus tard que nous fûmes amené à comprendre la corrélation que nous venons d'indiquer.

On comprend maintenant pourquoi dans les régions tropicales on a si souvent signalé un maximum sismique pendant la saison des pluies. On comprend aussi pourquoi Marchand « à la suite de sept années d'observations faites à l'observatoire du Pic du Midi a pu conclure que le phénomène sismique et les chutes pluviales présentaient un maximum simultané en mai et en juin, et une marche sensiblement parallèle le restant de l'année » (23).

Comme les chutes pluviales présentent un ou deux maxima annuels, et comme la date de chaque maximum varie avec les diverses régions continentales, on voit de suite, l'impossibilité d'établir une loi saisonnière embrassant la surface totale de l'écorce terrestre ; mais quoi qu'en dise de Montessus de Ballore, les auteurs qui ont conclu à des maxima sismiques correspondant à des maxima des pluies ne doivent pas être reniés *a priori*.

Citons encore comme exemple typique de réajustement centripète, le tremblement de terre de janvier 1862 « qui a, sur plus de 250 kilomètres carrés, causé l'affaissement du delta de la Sélanga, au point où elle se jette dans le lac Baïkal » (30, p. 135). Des affaissements deltaïques du même genre, liés à la surcharge accumulée à la bouche des fleuves, ont été fréquemment cités, et attribués bien à tort à des tassements accidentels.

D'après Blackenhorn « la destruction de Sodome et de

Gomorrhé correspond à un affaissement de la dépression de l'oued Akabah, à la suite d'un tremblement de terre » (30-138).

« Futterer nous montre par de nombreux profils, *que les produits continentaux issus du démantèlement des reliefs tertiaires, généralement horizontaux au centre des bassins intérieurs asiatiques*, se relèvent sur le bord de la montagne, où ils sont érodés et recouverts en discordance par le Quaternaire. Ils forment des plis déjà en partie arasés sur le bord sud du Tian-Chan. Le Quaternaire lui-même est soulevé et découpé en terrasses. Il est plissé au Kot-Tepe » (14). Ici comme à Yen-Bay, il est difficile de séparer le mouvement centrifuge certain des hauts voussoirs d'encadrement du mouvement centripète probable des bas voussoirs et de leur couverture alluvionnaire.

D'après Huntington (25, p. 56), « les plis des dépôts tertiaires, au Sud du Tian Chan ressembleraient à ceux du Sivalik; les plis les plus rapprochés du bloc montagneux sont déversés vers le Sud avec chevauchement du bord du massif ancien par-dessus les plis les plus internes et arasement des têtes d'anticlinaux; les plis les plus récents, c'est-à-dire les plus externes, gardent toute leur valeur orographique ». On ne peut mieux décrire le mouvement centrifuge du Tian Chan avec mouvement de bascule de la lèvre bordière chevauchant et fractionnant en lamelles plongeant vers le Nord les alluvions lacustres voisines de la lèvre. Inutile d'ajouter que les charnières anticlinales de ces pseudo-plis sont également spéculatives, et que l'arasement vient juste à point pour en expliquer la disparition. En réalité, les sédiments sont ondulés, mais au voisinage de la faille bordière, la pression tangentielle l'ayant emporté sur la cohésion moléculaire des sédiments, ceux-ci se sont déformés en lamelles parallèles à la lèvre écrasante; plus au loin avec l'éloignement du flanc compresseur, la force tangentielle diminuant, apparaissent seules les ondulations des plis externes de l'auteur cité.

D'après Jones, dans le Cachemire « un ancien lac tertiaire, remplissant un énorme amphithéâtre, s'est, à plusieurs reprises, vidé partiellement, sous l'effet de violents mouvements tectoniques — lire réajustements sismiques — qui ont inscrit leurs conséquences par des terrasses alluviales à différentes hauteurs. Des plis de grande amplitude ont été tordus, charriés et écrasés » (30, p. 201).

Les descentes par saccades des bassins houillers du Primaire si fréquemment signalées par les auteurs, ainsi que les élévations saccadées de leurs voussoirs d'encadrement, sont aussi l'œuvre de réajustements datant de l'époque anthracolithique. En remon-

tant au delà de cette époque nous pourrions également montrer que la réaction de la poussée magmatique est devenue épisodique et brusquée — donc d'ordre sismique — sitôt que l'ensemble des embryons corticaux a formé une croûte continue où les éléments pesants, s'accotant l'un à l'autre, ont développé dans leur ensemble la cohésion latérale qui s'oppose au rétablissement immédiat de l'équilibre ascensionnel rompu.

« Il semble donc bien difficile d'échapper à la conclusion admise par Alb. Heim et divers autres savants, notamment Suess, J.-D. Dana et Hørnes, que les grands tremblements de terre constituent l'un des phénomènes de la formation des montagnes. » (19, p. 563). Ajoutons que de Montessus de Ballore écrit lui-même au sujet des tremblements de terre du détroit de Cook : « Il semble donc bien qu'on devra attribuer un rôle de plus en plus important aux mouvements épirogéniques récents dans la production des tremblements de terre » (32).

En résumé, variations de masse des voussoirs lithosphériques et réajustements concomitants (tremblements de terre) rééditent donc les multiples phénomènes géologiques qui se sont passés et se passeront encore en vue de transformer l'écorce terrestre primitivement dénivelée, en une carapace nivelée et de même épaisseur. C'est l'ensemble de ces phénomènes qu'étudient les géologues, et dans la vie incommensurable de notre Planète, cet ensemble n'est qu'un épisode transitoire et d'infime durée.

En expliquant par une simple variation de charge superficielle l'enchaînement des phénomènes si complexes qu'étudient géologues et sismologues, nous croyons avoir posé les bases d'une loi synthétique dont l'application rendra plus claire, plus simple et plus rapide l'histoire passée de l'écorce terrestre. En discutant cette loi, dont l'importance n'a pas échappé aux nombreux savants géologues, astronomes, physiciens et géodésiens — qui ont bien voulu nous écrire à son sujet, nous n'avons fait qu'indiquer les grandes lignes de ses conséquences, et nous nous sommes borné à en montrer les résultats généraux. Il appartient à de plus autorisés que nous d'en poursuivre l'application détaillée aux multiples phénomènes géologiques et astrophysiques qu'elle enchaîne et commande.

OUVRAGES CONSULTÉS.

1. BAILEY-WILLIS, ELIOT BLACKWELDER, and R. H. SARGENT. Research in China, 1907.
2. A. BERGET. La Vie et la Mort du Globe. 1912.
3. M. BLANCKENHORN. Cité par 30¹, p. 158.
4. A. BRAVAIS. Cité par 36, p. 579.
5. BRILLOUIN. Mouvement du Pôle à la surface de la Terre. *C. R. Ac. Sc.*, 1906, CXLIII, p. 439.
6. CANGANI. Cité par 31, p. 259.
7. CHARLES DAVISON. The Characteristics of British Earthquakes. 1910.
8. CHARLES DEPÉRET. Les Transformations du Monde animal. 1907.
9. H. DOUVILLÉ. A propos d'un Mémoire de J. de Lapparent sur les brèches des environs d'Hendaye. *C. R. Ac. Sc.*, 1919, p. 1030.
10. DILLER. Cité par 31, p. 417.
11. FUTTERER. Cité par 25, p. 36.
12. MAURICE GIGNOUX. Les couches à *Strombus bubonius* LMK dans la Méditerranée occidentale, *C. R. Ac. Sc.*, 1908, p. 1497.
13. PH. GLANGAUD. La chaîne des Puys. 1913.
14. ÉMILE HAUG. Traité de Géologie. 1907.
15. HOBBS. Cité par 31, p. 448.
16. KJERULF. Cité par 36, p. 579.
17. CARL FRED KOLDERUP. Norges jordskjølv med serlig hensyn til deres utbredelse. 1914.
18. KOTÔ. Cité par 31, p. 425.
19. A. DE LAPPARENT. Traité de Géologie, 5^e édit., 1906.
20. J. DE LAPPARENT. Étude lithologique des terrains crétaés de la région d'Hendaye. 1918.
21. LIPPMANN. Cité par 2, p. 49.
22. COLONEL MAC MAHON. Cité par 30, p. 199.
23. MARCHAND. Les déboisements et les tremblements de terre. Influence de l'infiltration des eaux sur la fréquence des séismes dans les Pyrénées. *Bull. de la Soc. Ramond*, 1^{er} semestre 1904.
24. E.-A. MARTEL. L'Évolution souterraine, 1908.
25. E. DE MARTONNE. L'Évolution du relief de l'Asie centrale. 1911.
26. — Le Rajeunissement quaternaire des Alpes. 1915.
27. MIGUEL SADERRA MASO AND WAREND D. SMITH. The Relation of Seismic Disturbances in the Philippines to the geologic structure. 1913.
28. MILNE. Cité par 31, p. 259.
29. MIDLEMSS. Cité par 31, p. 95.
30. F. DE MONTESSU DE BALLORE. Les Tremblements de Terre. 1906.
31. — La Science séismologique. 1907.
32. — Sur l'origine épirogénique probable des tremblements de terre du détroit de Cook (Nouvelle-Zélande). *C. R. Ac. Sc.*, CLVIII, p. 749. 1914.
33. OMÔRI. Cité par 31, p. 259.
34. PETTERSON. Cité par 36, p. 579.

1. « Cité par 30 » signifie cité par l'ouvrage n° 30 de cette bibliographie.

35. CH. RABOT. Effets d'un tremblement de terre dans la chaîne du Mont-Blanc. *La Géographie*, XIV, p. 275. 1906.
 36. ED. SUESS. La Face de la Terre. Traduction E. DE MARGERIE.
 37. RALPH S. TARR ET LAWRENCE MARTIN. *Bull. Geol. Soc. America*, XVII, 1905.
 38. TH. THORODDSEN. Cité par 30, p. 111.
 39. G. ZEIL. Corrélations entre les terrasses quaternaires, les récurrences glaciaires et les mouvements ascensionnels de l'écorce terrestre. *C. R. Ac. Sc.*, 1919, p. 1406.
 40. — Les mouvements ascensionnels de l'écorce terrestre et l'évolution des êtres fossiles. *C. R. Ac. Sc.*, 1920, p. 397.
 41. — Les mouvements ascensionnels de l'écorce terrestre et les anomalies de la pesanteur. *C. R. Ac. Sc.*, 1920, p. 597.
 42. — Sur la constante proportionnelle reliant la fréquence sismique à la fréquence des chutes pluviales. *C. R. Ac. Sc.*, 1920, T. 171, p. 117.
 43. — Les tremblements de terre tectoniques et les variations de la latitude. *C. R. Ac. Sc.*, 1920, T. 171, p. 311.
 44. — Les phénomènes volcaniques : expériences simples. *C. R. Som. de la Soc. Géol. de Fr.*, 17 février 1919.
-

SUR LA STRUCTURE DE LA CHAÎNE NUMIDIQUE
OBSERVATIONS SUR LES PRÉTENDUS CHARRIAGES
DE LA RÉGION DE CONSTANTINE

PAR M. Dallon¹.

La Chaîne numidique, qui se dresse au Nord du bassin tertiaire de Constantine, représente le prolongement vers l'Est de la chaîne des Babors et du Djurjura. Elle avait été l'objet de quelques travaux intéressants sur des points particuliers jusqu'à ces dernières années, où M. L. Joleaud en a fait une étude d'ensemble².

La description donnée à ce moment par M. L. Joleaud est des plus sommaires et elle n'est pas appuyée, malheureusement, par des coupes de détail; c'était d'autant plus regrettable qu'il apportait des conclusions toutes nouvelles sur la tectonique de cette région. L'auteur publiait bien quelques coupes générales, dont quelques-unes passent par certains points de la Chaîne numidique; mais il est absolument impossible de raccorder ces coupes l'une à l'autre, les accidents figurés y changeant d'allure à chaque pas; d'autre part si on les compare aux deux cartes — assez différentes — que M. Joleaud a données à un court intervalle, on constate que ces deux modes de représentation de la structure sont loin de correspondre: c'est qu'il s'agit avant tout de documents *théoriques*. Il va sans dire que la publication de coupes schématiques est toujours utile quand il y a lieu de résumer l'interprétation qu'on peut se faire de la géologie d'une région; mais à condition qu'elle soit précédée d'un nombre aussi grand que possible de coupes vraies, traduisant ce que l'on voit réellement sur le terrain; cela seul permet au lecteur de faire la part de l'observation et celle de l'interprétation.

Ces documents étaient d'autant plus nécessaires, dans le cas qui nous occupe, qu'il s'agissait de conclusions très hardies sur la structure de la Chaîne numidique et de la région de Constantine, conclusions qui ont servi de point de départ à des théories de grande envergure sur la tectonique de l'Afrique du Nord: ce point de départ devrait être inattaquable. Nous allons voir qu'il est loin d'en être

1. Note présentée à la séance du 17 mai 1920. *CR. somm. S. G. F.*, 1920, p. 107.

2. *Carte géologique détaillée de l'Algérie*. Feuille à 1/50 000. *Sidi Driss*, par L. Joleaud (1910). — Étude géologique de la chaîne Numidique et des monts de Constantine (Algérie). 1 vol., 440 p., avec une carte géologique à 1/200 000. Montpellier, 1912.

ainsi et que les nappes de charriage de la Chaîne numidique apparaissent fondées sur des erreurs d'attribution stratigraphique et sur une interprétation pour nous inadmissible de l'allure des formations.

D'après M. L. Joleaud, la Chaîne numidique est une longue série de klippes correspondant, dans son ensemble, à la charnière anticlinale d'une nappe venue du Nord.

Ces klippes n'occupent, généralement, que des surfaces très réduites ; l'une d'elles, cependant, qui forme le djebel Mcid Aïcha, atteint 10 kilomètres de longueur.

Le chaînon du Mcid Aïcha se dresse à l'altitude de 1 462 mètres au NW de Constantine, dominant la large cuvette tertiaire dans laquelle serpente le Rummel. Il offre les pics les plus élevés de la Chaîne numidique. On y verrait, suivant M. Joleaud « toute une série de remarquables anomalies et sa tectonique est d'une complication extrême ¹ ». La carte géologique à 1/50 000 (Feuille de *Sidi Driss*) montre en effet d'étranges anomalies : le Mcid Aïcha et son prolongement le Kef Sema semblent découpés par un véritable réseau de contacts anormaux. Il en existe toujours un entre le Lias moyen et le Lias supérieur et les deux terrains reposent encore anormalement sur un substratum grésomarneux formé par le Crétacé inférieur (c^{iv-v}) ; un peu plus tard, sur la carte géologique à 1/200 000 et dans le texte qui la commente, ce Néocomien s'est transformé en Jurassique (Oolithique), sans que l'auteur donne, d'ailleurs, la moindre explication de ce changement remarquable ². Mais l'interprétation de la structure de ce chaînon n'a pas varié : dans les deux cas, le Lias du Mcid Aïcha, reposant sur une assise plus récente, est évidemment charrié sur cette dernière : c'est un « faux synclinal ».

Pour M. L. Joleaud, le Kef Sidi Marouf est un « faux synclinal », le Mcid Aïcha en est un autre ; et, chose très remarquable, le Kef Sema, qui prolonge exactement ce dernier et fait pour ainsi dire corps avec lui est un « faux anticlinal ». Nous verrons au contraire que le pli du Mcid Aïcha-Kef Sema est un synclinal parfaitement normal et typique.

Pour compléter fidèlement la pensée de l'auteur, j'ajouterai que tout l'ensemble précédent, Lias et Crétacé (ou Jurassique), était considéré comme une nappe flottant à son tour sur une série normale constituée par le Nummulitique et le Crétacé ;

1. *Loc. cit.*, p. 359-360.

2. Il en est de même, pour l'angle NW de la feuille, où un affleurement très étendu d'Eocène supérieur (Medjanien) est devenu du Jurassique ; pour l'Eocène de Takouk, transformé en Barrémien fossilifère, etc.

encore, ce substratum général n'était-il pas partout autochtone, car, dans la vallée du Rummel, il était refoulé à son tour sur le Miocène du bassin de Constantine. « Tout ce bord sud du front de la nappe présente des anomalies sans nombre ¹. »

J'ai voulu me rendre compte récemment de ces faits et j'ai étudié le chaînon du Mcid Aïcha et ses abords; voici les observations que j'ai pu y faire.

Les calcaires liasiques du Mcid Aïcha, gris ou bleuâtres, à structure souvent oolithique, sont assez compacts mais, néanmoins, la stratification y est bien discernable; ils paraissent peu fossilifères: je n'y ai guère découvert que des Encrines et des Polypiers entre Kalaat ez Zakera et la mine de zinc d'Aïn el Beïda. Ces calcaires se prolongent presque sans interruption dans le chaînon d'El Mkamène-Kef Sema, qui s'élève à l'Est et se relie nettement au précédent par quelques lambeaux de la même formation; il n'est donc pas douteux que le rocher d'El Mkamène-Kef Sema qui ne comprendrait, d'après M. Joleaud, que du Lias supérieur, est également constitué en grande partie par le Lias moyen.

Au-dessous des calcaires gris ou bleuâtres vient un horizon très constant et relativement épais d'une *dolomie* cristalline qui n'a pas encore été signalé; c'est surtout à ce niveau que se multiplient les traces de minéralisation (zinc et fer), reconnues dans ce massif.

Le substratum général de la série calcaire et dolomitique est constitué par un étage assez puissant de grès et de schistes rouges relevant du Permien (ou du Trias inférieur). Les grès, en dalles d'un rouge brique ou blanchâtres et panachés, très micacés, alternent avec des marnes schisteuses rouges ou violacées, également couvertes par places, de muscovite clastique. Ces roches ont un faciès identique à celui qu'elles offrent dans les couches permienues du Djurjura, du massif de Miliana, etc. C'est le Grès rouge classique. Des roches vertes andésitiques, intercalées dans la série, où on peut les observer facilement près du col d'Aïn Beïda, par exemple, achèvent de donner à cette formation sa physionomie typique. J'ajoute que l'auteur, tout en méconnaissant ici l'âge de ce terrain, a figuré dans le djebel Sidi Driss, sur le prolongement exact du Kef Sema, à 8 kilomètres de là, un important affleurement permien présentant les mêmes caractères.

Le pseudo-Crétacé (transformé plus tard en Oolithique) sur lequel repose le Lias du Mcid Aïcha-Kef Sema est donc du Per-

1. *Loc. cit.*, p. 361.

mien. Par suite, la superposition des deux terrains est normale. Dans la description de M. L. Joleaud, cette constitution très simple est ainsi présentée : « Le Mcid Aïcha est un faux synclinal et, dans le Kef Sema, le Lias supérieur forme plusieurs brachyanticlinaux au milieu de l'Oolithique. » C'est exactement le contraire de la réalité : le Mcid Aïcha est un synclinal typique, comme le Kef Sema et ces deux lambeaux d'un même pli sont reliés par quelques brachysynclinaux de calcaire liasique (avec dolomie à la base) pincés dans le Permien.

A l'extrémité orientale du Mcid Aïcha, on voit les bancs calcaires plonger au Nord et, près du col d'Ain Beïda, au-dessus de la mine de zinc, on les voit se redresser pour pendre au Sud, fidèlement suivis par les dolomies infraliasiques qui reposent sur le Grès rouge permien.

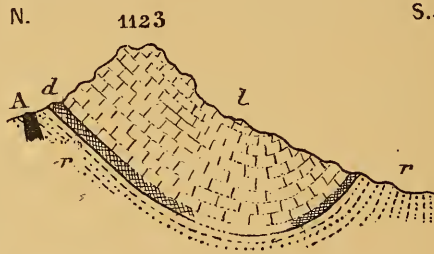


FIG. 1. — COUPE PAR LE COL D'AIN BEÏDA.

r, Permien ; d, Dolomie infraliasique ; l, Lias ; A, Andésite.

Un peu à l'Est du col, dans le chaînon du Kef Sema, on constate à El Mkamène que le Lias est disposé en éventail dans le Permien et on peut toucher la charnière synclinale de ce pli ; les deux formations sont toujours séparées par les bancs dolomitiques, au contact desquels ont été ouvertes plusieurs galeries de recherches. Il en est de même jusqu'à l'extrémité orientale de la montagne.

Ainsi donc, la nécessité d'attribuer au Permien et non à un terrain plus récent que le Lias, le substratum de ce dernier et l'allure synclinale incontestable des calcaires liasiques dans le Grès rouge nous obligent à conclure que *la nappe de charriage du Mcid Aïcha-Kef Sema n'existe pas.*

Il nous reste à examiner les relations de cette série permoliasique avec le Crétacé et le Nummulitique qui affleurent largement sur les deux versants du chaînon Mcid Aïcha-Kef Sema ; pour M. L. Joleaud, ces deux séries sont encore séparées par un contact anormal et la première est charriée sur la seconde.

Une coupe vers le milieu du chaînon et passant par El Mkamène nous montrera qu'au Nord du Lias, le Permien dessine un anticlinal étroit au delà duquel on retrouve les dolomies infraliasiques, puis les calcaires du Lias *plongeant au Nord*; ensuite viennent les marnes schistoïdes noirâtres du Crétacé supérieur, offrant le même pendage; enfin, couronnant normalement cet ensemble, l'Éocène du djebel el Aïssa.



FIG. 2. — COUPE PAR LE CHAÎNON DU KEF SEMA.

r, Permien; d, Dolomie infraliasique; l, Lias; c, Crétacé sup.; e_{I, V}, Éocène inf.; e_{II}, Éocène moyen; e_I, Éocène sup. (Medjanien). — Éch. : 1/50 000.

M. E. Ficheur avait déjà donné une coupe montrant bien cette constitution du flanc nord du Kef Sema¹ et M. L. Joleaud doit reconnaître lui-même², que « l'Oolithique [lisez Permien] de la périphérie du Kef Sema plonge au Nord et à l'Est sous le Méso-Néocrétacé. Il est impossible de comprendre pourquoi, dans ces conditions, les deux formations sont séparées sur les cartes géologiques par une ligne de contact anormal et comment le pseudo Oolithique peut n'être pas en place sous le Crétacé.

L'explication, nous la trouverions sans doute dans cette idée exprimée par M. L. Joleaud³: « Les strates des terrains qui constituent la chaîne numidique plongent au Nord; c'est donc vers le Sud que cette chaîne a été charriée. » Cette déduction ne serait pas obligée, même si la Chaîne numidique était charriée; car, si les plis qui l'affectent étaient de « faux plis », des plis de nappe, ceux-ci ne devraient pas être nécessairement déversés dans le sens du cheminement de la nappe. On connaît de nombreux exemples où il en est autrement.

Mais, pour nous, le Permien et le Lias, plongeant normalement sous le Crétacé sur le flanc nord et à l'Est du Kef Sema, sont enracinés sous ce dernier: aucun argument n'est fourni pour

1. E. FICHEUR. Les terrains éocènes dans la chaîne des Mouïas (Constantine). *Association française pour l'avancement des Sciences*, Congrès de Bordeaux, 1895, fig. 2.

2. *Loc. cit.*, p. 358.

3. L. GENTIL et L. JOLEAUD. Les Nappes de charriage de l'Afrique du Nord. *Revue générale des Sciences*. t. 29, p. 533, année 1918.

établir le contraire. Il en est de même pour les relations des deux séries sur le flanc nord du djebel Mcid Aïcha où M. L. Joleaud figure par plusieurs flèches, sur ses cartes, le plongement au Nord de la masse liasique, sous le Crétacé : cependant, sur les mêmes cartes, une ligne de contact anormal sépare les deux terrains.

S'il y a pour tout le monde superposition très nette du Crétacé sur le Lias, sur le flanc nord du chaînon, il n'en serait pas de même, suivant M. Joleaud, sur le versant sud : là, le Lias et son substratum pseudo-oolithique seraient nettement refoulés sur l'Éocène ou le Sénonien.

Remarquons que, s'il en était réellement ainsi, cette structure « extrêmement compliquée » pour l'auteur, pourrait s'expliquer bien facilement par l'existence d'un pli déversé au Sud sur un synclinal sénonien-éocène. Mais les choses sont encore plus simples et il n'y a même pas de déversement.

Au Sud de l'Aïn el Beïda, en prolongeant la coupe passant par El Mkamène, on peut constater que le Grès rouge passe sous le Sénonien (réduit, il est vrai), mais se repliant en fond de bateau pour reparaître dans l'oued el Dib ; les couches éocènes affleurent dans l'axe du synclinal.



FIG. 3. — COUPE AU NORD D'HAMALA.

r, Permien ; *l*, Lias ; *c*, Crétacé sup. ; *e_{II}*, Éocène moyen ; *éb.*, Éboulis.
Éch. : 1/50 000.

Il en est de même vers l'Ouest ; j'ai suivi la bordure des calcaires liasiques dans cette direction et j'ai pu constater que, là encore, les contours géologiques sont bien différents de ceux qu'a figurés M. L. Joleaud sur ses cartes : le Permien (pseudo Néocomien ou Oolithique) suit l'escarpement calcaire depuis la Mine de zinc jusque vers l'extrémité occidentale du djebel Mcid Aïcha, formant une bande assez étroite et en partie masquée par les éboulis de la crête ; mais le contact du Grès rouge et du Lias

est parfois visible et on peut le reconnaître avec un peu d'attention, d'autant plus qu'il est jalonné par toute une série de petites recherches minières.

Au Sud de cette bande axiale, on retrouve les bancs calcaires du Lias, plongeant normalement au Sud, sous un angle d'environ 33 degrés et passant nettement sous les marnes crétacées. M. L. Joleaud n'a pas vu cette retombée du pli.

Le contact du Lias comme celui du Permien, avec l'auréole crétacée-nummulitique qui entoure le chaînon Meid Aïcha-Kef Sema est donc absolument normal, au Sud comme au Nord.

M. L. Joleaud a représenté sur ses cartes l'existence, au Nord d'Hamala, d'un important lambeau de calcaire liasique plaqué sur le Sénonien. En fait, ce « *paquet de recouvrement* » n'est qu'un *éboulis* des calcaires descendu sur la pente de la montagne; ces éboulis sont, du reste, très développés depuis la mine de zinc jusqu'à l'Aïn Oussaf, bien que la Carte géologique détaillée n'en figure aucune trace.

Telles sont les observations que j'ai pu faire sur ce chaînon du Meid Aïcha-Kef Sema; elles sont plus que suffisantes pour démontrer que les deux surfaces de charriage qu'on a voulu y voir n'existent pas.

La profonde coupure de l'oued el Kébir, à l'Ouest du Meid Aïcha montre bien, d'après M. L. Joleaud, la constitution intime de la nappe numidique. Or voici comment la décrit notre confrère: le Trias affleure là dans le prolongement de l'axe du chaînon; il est étroitement lié au Lias, qui vient normalement au-dessus et dont les bancs sont fortement relevés. Cependant, sur la carte géologique, les deux terrains sont toujours séparés par une ligne de contact anormal!

Quant aux relations de ces deux formations avec le Crétacé qui les entoure, elles sont moins nettes: l'auteur indique que « la série paraît légèrement renversée ou subverticale, mais continue » et la coupe 2, pl. IV montre, en effet, le Trias vertical, de part et d'autre des assises crétacées également très redressées et pincées dans les marnes irisées. L'auteur met néanmoins les deux terrains en contact anormal et charrie le Trias sur le Crétacé!

Pour M. L. Joleaud, le Trias s'est « insinué » dans le Crétacé; c'est, d'après lui, un processus très constant et c'est de la même manière que le Trias de Tliouanet, au Sud de Relizane (Oran) — lequel, n'était, en réalité, que du Miocène ayant remanié le Trias

— s'était « insinué » au-dessus du Sénonien. Les phénomènes de pénétration mécanique du Trias dans des assises plus récentes sont connus depuis longtemps et j'en ai moi-même signalé un certain nombre ¹ ; mais, lorsqu'ils existent, ce qui ne paraît pas être ici le cas, on ne voit pas comment on pourrait les expliquer par des charriages et en tout cas le fait de dénommer ces accidents des « insinuations » ne suffit pas pour expliquer leur genèse.

Je n'insisterai guère sur les « anomalies » que M. L. Joleaud décrit sur le front sud de sa « nappe numidique », où le Crétacé et l'Éocène chevaucheraient le Pontien du douar Guettara ; il y aurait lieu cependant de s'étonner de certains faits vraiment anormaux figurés sur la Carte à 1/50 000, comme celui de voir les poudingues et les grès rouges m²b faire partie à la fois de la nappe et de son substratum. En réalité, on voit là les assises lagunaires et continentales du bassin tertiaire affectées d'une série de plis qui ne sont indiqués ni sur les cartes ni sur les coupes et nulle part on ne les voit passer sous le Crétacé ou sous l'Éocène.

Il me reste à dire un mot du chaînon du Sidi Driss, qui prolonge vers l'Est celui du Meïd Aïcha-Kef Sema. Voici de quelle façon nette et détaillée il est décrit par M. L. Joleaud ² : « Le massif calcaire du Kef Sidi Driss émerge au milieu de grès et de schistes rouges permien. La stratification y est, malheureusement, *peu discernable*. Néanmoins, l'allure de la masse calcaire vers la périphérie *semble* indiquer que le Lias est ici subordonné au Permien et *il paraît* en être de même des paquets liasiques qui pointent un peu partout au milieu de l'Anthracolithique ³. Sur tout son pourtour, l'affleurement permien *reposerait* de même sur le Crétacé ou sur l'Éocène. »

Et c'est tout. La conclusion, néanmoins, est formelle : le Sidi Driss, comme le Meïd Aïcha, comme le Kef Sema est une klippe ; il représente un nouveau jalon de la « nappe numidique ».

Je puis affirmer que le djebel Sidi Driss offre bien une constitution très analogue à celle des chaînons que nous venons d'étudier ;

1. Sur la structure de l'Atlas tellien occidental. *C. R. somm. Soc. Géol. France*, séance du 3 novembre 1916, p. 141.

2. Étude géologique de la chaîne numidique et des monts de Constantine, p. 361.

3. L'auteur figure en effet (coupe 5, pl. IV) des synclinaux aigus de Permien s'enfonçant en coin dans la masse liasique.

mais qu'ici encore le Lias repose normalement sur le Permien, formant l'axe d'un pli parfaitement enraciné et entouré par son auréole crétacée-nummulitique.

Conclusion

Dans la vaste synthèse qu'ils ont présentée récemment de la structure de l'Afrique du Nord, MM. L. Gentil et L. Joleaud affirment que l'Algérie est un pays de nappes ; ils basent leur théorie sur des observations faites par eux-mêmes en quelques points et, pour les autres régions, sur l'interprétation des travaux publiés par leurs confrères.

Pour ces dernières, j'ai montré que les nappes que M. L. Joleaud voulait voir à Tliouanet, après l'examen au microscope de la boue d'un sondage, n'existent pas sur le terrain. M. Savornin a indiqué ensuite ¹ que les prétendus charriages des Bibans et du Djurjura, régions qu'il parcourt depuis une vingtaine d'années, ne reposent sur aucun fondement et il a fait remarquer qu'il en est de même pour l'Atlas de Blida ² et le massif de Miliana — pour ne parler que des zones sur lesquelles ont été faites quelques études sérieuses.

Il restait la « chaîne numidique » où M. L. Joleaud avait découvert ses premiers charriages, qu'il a étendus, depuis, à l'Algérie orientale, à la Tunisie et, finalement, avec la collaboration de M. L. Gentil, à toute l'Afrique du Nord. On croyait connaître cette région avec quelque précision et les descriptions que l'auteur en avait données semblaient bien, en effet, favorables à l'hypothèse des nappes : je crois avoir montré que cette dernière repose, ici encore, sur des confusions et sur une étude incomplète du terrain.

C'est pour moi un fait définitivement acquis qu'il n'y a pas de nappes de charriage dans la chaîne numidique.

1. C. R. Ac. Sc., 12 janvier 1920, p. 119 et Bull. Soc. Hist. nat. Ar. du N., 15 mars 1920.

2. Les travaux récents de M. E. Ficheur sur le Djurjura ont confirmé que cette chaîne est enracinée ; en ce qui concerne l'Atlas de Blida, les cartes géologiques détaillées et les coupes qu'il a données montrent que ce chaînon offre une série de plis couchés, mais que tous les terrains y sont autochtones.

NOTE SUR L'HYDROLOGIE DE LA CRAU D'ARLES

PAR Ph. Zurcher¹.

La Crau d'Arles, avec ses régions presque désertiques où le soleil d'été produit de curieux mirages, avec ses « Mas » entourés des belles cultures, des bosquets verdoyants qui y prospèrent grâce aux irrigations, est un pays trop connu pour que nous fassions autre chose que rappeler les traits saillants de sa phisionomie.

Au point de vue géologique, le mode de formation et la constitution du sol et du sous-sol de la Crau ont fait l'objet de travaux dont les plus récents sont ceux de MM. Carez², Collot³, Delebecque⁴, de Montricher⁵ et Repelin⁶, travaux qui ont abouti à des conclusions paraissant définitives et que nous nous bornerons à résumer.

On sait ainsi que la Crau est un immense cône de déjection, engendré par un cours d'eau quaternaire dont le bassin différerait peu de celui de la Durance actuelle, mais qui débouchait au col de Lamanon, dont les abords en portent encore les traces, et par lequel ont ainsi passé les masses formidables de galets, de sables et de limons qui forment, sur les 50000 hectares de la Crau, une couche dont l'épaisseur atteint en certains points plus de vingt mètres. Dans leur partie supérieure, ces matériaux détritiques ont été agglomérés en une couche de poulingue d'un mètre environ de puissance que l'on rencontre partout vers la surface de la formation. Au-dessous les galets sont en général libres et leurs interstices sont surtout remplis par du sable plus ou moins fin.

Ces apports torrentiels reposent, du côté est sur la molasse miocène, dont on voit de nombreux affleurements au NW de Miramas et qui forme les collines d'Istres, dont la ligne des hauteurs sépare la Crau de l'étang de Berre. Vers l'W les

1. Note présentée à la séance du 22 novembre 1920.

2. Feuille d'Arles de la *Carte géologique détaillée de la France*.

3. Pliocène et Quaternaire de la région du Bas-Rhône. *B. S. G. F.*, 1904.

4. Les Lacs Français. Paris. Chamerot et Renouard. 1898.

5. Assainissement de Marseille et fertilisation de la Crau. *A. F. A. S.*, 20^{me} session. Marseille, 1891.

6. Les Bouches du Rhône, Encyclopédie du département, t. XII. Géographie physique. Barlatier. Marseille, 1914.

témoins crétacés d'Arles, et, plus au S, de l'étang de la Roque, permettent de penser que ce sont des terrains de cet âge qui forment le substratum.

L'hydrologie de la Crau est l'objet, dans le travail de M. Repelin que nous avons cité plus haut, d'observations très intéressantes sur les eaux qui circulent dans le sous-sol de la région ou en proviennent. M. Delebecque, dans son bel ouvrage sur les lacs français, a d'autre part donné des renseignements précieux sur les étangs de la contrée. L'ensemble de la question n'a toutefois pas été envisagé, et c'est cette étude générale que nous avons cherché à faire dans la présente note.

* *

Le cône de la Crau a son sommet au col de Lamanon à la cote 110, sa base s'étend au niveau de la mer du Mas Thibert aux abords de Fos. Sa surface ne présente que quelques ondulations, dont les plus importantes sont les dépressions des étangs de Dézaunes et d'Entressens. Il n'y existe aucune vallée, et par suite aucun cours d'eau naturel.

L'hydrologie superficielle est ainsi limitée, au point de vue naturel, à ce qui concerne les deux étangs dont nous venons de parler. Il faut y ajouter une partie importante de provenance artificielle due aux irrigations : les canaux de Crapponne et des Alpines apportent en effet au col de Lamanon, pendant la saison des arrosages qui dure environ 200 jours, un débit de 8 mc. par seconde à peu près. Cette eau est distribuée par des canaux, rigoles et filioles, et les colatures, c'est-à-dire ce qui n'est pas utilisé, s'écoulent par des fossés vers les points bas.

L'apport des eaux d'irrigation s'ajoute à celui des pluies pour constituer un contingent total dont une partie s'évapore et dont le reste pénètre dans le sol presque entièrement à cause de la faible déclivité du terrain qui est en moyenne de 3 mm. par m. et aussi des nombreuses fissures du banc de poudingue dont nous avons parlé plus haut (ce banc de poudingue est cependant par lui-même imperméable). Les écoulements superficiels n'ont quelque importance qu'au voisinage des dépressions occupées par les étangs, aires imperméables où se trouvent des pentes plus fortes. Le peu d'importance de ces écoulements ressort d'ailleurs nettement des faits rapportés par M. Delebecque : les eaux des étangs de la Crau sont en effet des eaux salées, et leur teneur en résidu sec (0 gr. 72,

par litre à Dézaunes, 3 gr. 638, à Entressens) ne peut s'expliquer que par le double effet d'une évaporation intense et d'une alimentation qui la compense tout juste. On conçoit alors que l'auteur que nous venons de citer puisse faire prévoir le dessèchement éventuel des étangs dont il s'agit au cas où l'équilibre entre les apports et l'évaporation viendrait à être détruit. Ces étangs n'ont aucun émissaire visible, et leurs cuvettes sont certainement étanches puisque leur salure se maintient, ce qui prouve que l'évaporation est plutôt dominante par rapport à l'alimentation.

Quelques ruissellements, quelques colatures vont encore aux marais de la périphérie de la Crau, mais ces écoulements ne représentent certainement qu'une fraction très minime du cube qui pénètre dans le sol.

Malgré l'absence de données expérimentales sur le jeu des infiltrations dans les terrains de la Crau, on peut, croyons-nous, faire les suppositions suivantes sur ce que deviennent les eaux pluviales et d'irrigation :

La lame d'eau qui tombe annuellement sur la Crau est, en moyenne, d'une hauteur de 50 cm. ; sur les 50 000 hectares de sa superficie, le cube annuel est ainsi de 250 millions de mc. On peut évaluer les pertes par évaporation, par absorption végétale, et par les faibles retenues superficielles à 60 %, et par suite à 100 millions de mc. ce qui parvient dans le sous-sol.

Les 8 mc. amenés par les canaux d'irrigation pendant 200 jours, durée de la période des arrosages, donnent un cube annuel de 140 millions de mc. Les pertes par évaporation, absorption végétale et colatures superficielles, plus faibles que pour les eaux pluviales, paraissent ne pas devoir dépasser 50 %, et on est ainsi conduit au chiffre de 70 millions de mc. pour ce qui parvient dans le sous-sol.

Le total ainsi calculé est de 170 millions de mc.

Les ravins des Alpines peuvent aussi apporter dans la haute Crau un certain contingent, et il est possible que quelques sources du bord de cette petite chaîne fournissent également une certaine contribution.

Une quantité d'eau appréciable, quoique relativement minime, peut enfin provenir des apports venant de la Durance en traversant souterrainement les alluvions qui s'étendent, presque horizontalement, au N. du col de Lamanon, jusqu'à la rivière qui les a anciennement déposées. Plusieurs puits situés à Lamanon auraient en effet montré des écoulements venant du N. D'après les observations faites dans un puits communal et

rapportées par M. Repelin dans le travail cité plus haut, le débit constaté aurait été de 1 lit. 1/2 par seconde.

Nous avons tenu à noter ces venues d'eau, mais, étant donné leur faible importance, et l'approximation assez large du chiffre de 170 millions indiqué ci-dessus, nous nous tiendrons à cette évaluation de l'ordre de grandeur du cube d'eau qui pénètre annuellement dans le sous-sol de la Crau.

Ces eaux descendent dans la masse perméable de galets et de sable qui constitue la base du dépôt détritique, elles rencontrent là le substratum qui, quand il est miocène, est imperméable, et qui ne peut être absorbant, dans la zone occidentale crétacée, qu'aux points où l'Urgonien a percé les marno-calcaires supérieurs.

Le régime de ces eaux souterraines présente un très grand intérêt dans cette région méridionale où la valeur de l'eau est si considérable. Nous avons pu l'étudier grâce à de nombreuses observations faites sur les puits de la Crau par le Service Hydraulique des Bouches-du-Rhône, et arriver ainsi à suivre les mouvements de la masse d'eau dont l'importance vient d'être indiquée.

Les profondeurs d'eau, dans les puits de la Crau, ont été mesurées à deux reprises à une année environ d'intervalle, en août 1915 et en mars 1916. Les variations constatées entre les deux opérations, bien qu'atteignant près de 3 m. pour certains puits, n'ont qu'une importance secondaire, et leurs causes seraient difficiles à discerner car il faudrait chercher la part des pluies et des irrigations. Il en est autrement des variations constatées suivant les positions topographiques des puits : en certains points l'eau est à fleur de sol, en d'autres on ne la trouve qu'à plus de 15 m. C'est au NW de Miramas, et particulièrement aux abords de l'étang d'Entressens, que le niveau des eaux est le plus voisin du sol. Un relèvement analogue se produit en approchant de la base du cône, les plus grandes profondeurs se trouvent dans la région SE.

Le maximum de profondeur des eaux des puits ne dépassant pas une quinzaine de mètres, il s'ensuit que la surface qui passe par ces niveaux est, en gros, de forme conique comme celle du sol. Les eaux souterraines ne constituent donc pas ce qu'on pourrait qualifier du nom de nappe, ou du moins il faudrait dire que cette nappe n'est pas horizontale, et que sa déclivité montre qu'elle est en mouvement.

C'est sur la surface supérieure du substratum miocène ou crétacé, probablement relevée en certaines parties par colma-

tage des sables et galets, qu'a lieu, du sommet du cône vers sa base, le mouvement de descente de la masse d'eau¹.

Les phénomènes que nous venons de décrire ont pour conséquences, il est facile de le comprendre, l'existence de sources nombreuses et importantes aux aboutissements des écoulements souterrains.

Parmi ces sources, les plus curieuses et en même temps les plus importantes, sont les « Laurons », nom sous lequel on désigne toute une série d'émergences marécageuses d'eau douce qui bordent la limite inférieure du cône de la Crau. Il serait difficile de savoir quel est le débit des « Laurons » si une expérience, tentée pour essayer un dessèchement qui fut reconnu impossible, n'avait pas fourni des renseignements précieux. Trois puissants appareils de pompage, situés vers les extrémités et au milieu de la base de la Crau, purent aspirer 3 mc. par seconde sans faire baisser sensiblement le niveau des eaux qu'ils tentaient d'épuiser. Ce chiffre est certainement inférieur au débit des « Laurons », car si les pompes avaient agi dans les intervalles de grande étendue qui séparaient les points où se trouvaient les pompes d'expérience on aurait obtenu beaucoup plus.

D'autres sources importantes provenant de la Crau existent à sa limite N, elles forment, comme les « Laurons », des marécages près de leurs émergences qui sont ainsi peu distinctes, mais elles se réunissent en émissaires qui ont été jaugés, ce qui permet d'en évaluer le débit total à 700 lit. par seconde en moyenne.

Il existe probablement d'autres écoulements, de moindre importance ; nous n'en citerons qu'un qui est spécialement intéressant du fait que ses conditions d'émergence ont pu être constatées avec précision. C'est la source de « Fanfarigoule » (ou plus probablement Font Farigoule, la fontaine du Thym), qui a été captée par la C^e P.L.M. pour l'alimentation de la

1. Les couches secondaires et tertiaires du substratum paraissent, d'après ces constatations, se trouver à une assez faible profondeur. Cette profondeur a son minimum au SW de Miramas et aux environs de l'étang d'Entressens, où les affleurements miocènes sont nombreux et où l'eau se montre à fleur de sol. Il paraît très probable que, comme nous l'a suggéré M. Repelin, la cuvette de l'étang d'Entressens est formée de molasse, car c'est la seule explication possible du fait que le niveau des puits voisins de l'étang est notablement supérieur à celui de l'étang lui-même. La formation de cet étang serait ainsi toute différente de celle de l'étang de Dézaunes qui paraît contenu dans une cuvette formée par le poudingue supérieur, car les puits voisins ont des profondeurs normales.

gare et de la ville de Port-de-Bouc. Les travaux de dégagement de l'émergence nécessités par le captage ont montré que la source naissait exactement à la limite séparant le substratum de molasse et sa couverture de sables et de galets. Le débit obtenu a été de 50 lit. par seconde.

Le chiffre de 3750 lit. par seconde, que l'on obtient en additionnant les débits ci-dessus indiqués, est, nous l'avons dit à propos des « Laurons », certainement inférieur à la réalité, et nous croyons qu'il faut admettre que les écoulements provenant de la Crau sont au minimum de 5000 lit. par seconde, soit 5 mc., ce qui conduit à une émission annuelle de 153 millions de mc. en nombre rond.

Nous n'avons pas voulu, en maniant nos calculs, arriver à une équivalence qui aurait été trop artificielle. Il nous paraît suffire que les deux totaux : entrées et sorties d'eau, soient assez voisins pour pouvoir, étant donné leur approximation, être considérés comme de même ordre de grandeur et justifier ainsi les explications données sur les phénomènes de l'hydrologie de la Crau.

QUELQUES BOIS SILICIFIÉS DU SAHARA

PAR R. Chudeau et P.-H. Fritel¹.

On connaît depuis longtemps dans le Sahara oranais des alternances d'argiles et de grès avec conglomérats à petits éléments (grès à dragées) et dont les seuls fossiles sont des bois silicifiés. Ce type de formation se rencontre depuis le Séquanien jusqu'au Miocène², mais semble fréquent surtout dans l'Infracrétacé.

Dans le Sud de la Tripolitaine, dans le Djefara³, des grès à bois silicifiés se trouvent à divers niveaux : les plus bas reposent sur le Jurassique (Bathonien à Kimeridgien) et sont recouverts par le Cénomaniens (*l. c.*, p. 159-160) ; en plus des végétaux, ils contiennent de nombreux débris de Poissons et quelques ossements de Chéloniens [gara El Draa près de Kanbout vers 32° lat. N, 8° long. E]. En d'autres points de la même région, des grès analogues sont nettement intercalés dans le Cénomaniens (*l. c.*, p. 156 et 161) et même dans le Maestrichtien (p. 170). Ces dernières contiennent des troncs d'arbres longs de plusieurs mètres.

Dans le Djebel Amour, les grès à dragées sont certainement albiens et c'est au même niveau que E. Haug rapporte les couches du Djoua [vers 28° lat. N, 5 long. E] riches en débris de Poisson (*Ceratodus*) et contenant aussi quelques débris de Chéloniens et de Dinosauriens de grande taille⁴.

Au Sud du Tadmait, ces grès et argiles se rencontrent fréquemment et forment autour du massif élevé du Sahara central un anneau qui semble continu au Nord, à l'Ouest et au Sud ; on est mal renseigné sur ce qui se passe à l'Est de l'Air. On sait toutefois que dans le désert de Libye, et au voisinage de la Mer Rouge existe un complexe analogue dont les termes

1. Note présentée à la séance du 22 novembre 1920.

2. G. B. M. FLAMAND, Sur les grès dits à dragées et à sphéroïdes du Tadmait. *B. S. G. F.*, 4, VII, 1908, p. 68-70. — *Id.*, Recherches géologiques et géographiques sur le Haut-pays d'Oranie et sur le Sahara, Lyon, 1911. Une liste importante des gisements à bois silicifiés est donnée p. 599.

3. L. PERVINQUIÈRE, Sur la Géologie de l'extrême Sud tunisien et de la Tripolitaine, *B. S. G. F.*, (4), XII, 1912, p. 143-193.

4. E. RITTER, Le Djebel Amour et les monts des Oulad-Nayl. — HAUG, in FOU-REAU, Documents scientifiques de la mission saharienne, 1905, p. 814-824, pl. XVI et XVII.

inférieurs sont primaires (Grès de Nubie), tandis que les plus élevés sont probablement cénomaniens¹.

Dans le Sahara central, ces grès à bois silicifiés semblent



FIG. 1. — Echantillon d'In R'ar ; coupe transversale et coupe radiale.

reposer habituellement en discordance sur les terrains cristallins ou primaires ; ils sont souvent recouverts en concordance par le Crétacé moyen aussi bien vers le Nord (Tadmait) que vers le Sud-Est (grès et argiles du Tegama au Nord de Zinder) ; vers le Sud-Ouest, dans la région de Bamba, le Crétacé moyen

1. ZITTEL, *Beit. z. Geologie und Paleontologie de libyschen Wüste*, *Palæontographica*, XXX, 1883, cite *Araucarioxylon ægyptiacum* et *Nicolea ægyptiaca* (une *Césalpinée*), probablement cénomaniens, p. LIX. — H. DOUVILLÉ, Les terrains secondaires dans le massif de Moghara. *Mém. de l'Acad. des Sciences*, LIV, 1916, d. 5-8.

serait lui aussi lagunaire et le Crétacé supérieur seul marin ¹.

La puissance de ces grès est mal connue ; elle dépasse probablement plusieurs centaines de mètres ; plusieurs des puits qui y sont creusés dans le Nord du Soudan, ont une profondeur supérieure à 100 m. Il est imprudent dans ces conditions de les rattacher à l'Albien ; leur base peut être plus ancienne et dans les points où ils ne sont pas recouverts par le Cénomaniens, leur sommet peut être plus jeune.

Les débris de bois silicifiés s'y rencontrent très fréquemment sous forme de fragments de médiocre dimension et plus ou moins roulés ; ils peuvent être sensiblement plus anciens que les grès. Plus rarement, on trouve de véritables accumulations de troncs d'arbres longs de plusieurs mètres et qui indiquent certainement des dépôts d'estuaire. Les débris de grands Reptiles ne sont pas très rares non plus, surtout au Sud du Sahara ; jusqu'à présent aucune pièce déterminable n'a pu être rapportée.

L'étude à peine ébauchée de ces bois, pourra probablement fournir quelques indications sur l'âge de ces formations.

Thomas avait recueilli dans les grès de l'Oued Mamoura (Sud Tunisien, près Ferania vers 35° lat. N) des bois silicifiés étudiés par Fliche qui y cite entre autres *Araucarioxylon ægyptiacum* ; les grès sont rapportés au Pliocène et Perquinère (*l. c.*, p. 222) les y maintient ; mais les bois silicifiés se présentent sous forme de fragments roulés et peuvent provenir de niveaux bien plus anciens ².

Des échantillons de Marandet (Tegama vers 16° lat. N, 5 long. E) ont été examinés par Fliche (*in* CHUDEAU *B. S. G. F.*, 1907, p. 327) qui les a rapportés avec doute à *Cedroxylon* ou *Cupressinoxylon* ³. Ces bois silicifiés faisaient partie d'un amas de troncs d'arbres, au voisinage desquels se trouvaient de nombreux débris de Reptiles ; ils sont donc bien en place. A 250 km. au SE, les grès et argiles du Tegama sont recouverts en concordance par le Turonien marin du Damergou.

1. E. F. GAUTIER, Sahara algérien, 1908, p. 277-280. — E. F. GAUTIER et R. CHUDEAU, Esquisse géologique du Tidikelt et du Moufdir Ahnet, *B. S. G. F.*, (4), VII, 1907, p. 195. — R. CHUDEAU, Excursion géologique au Sahara et au Soudan, *B. S. G. F.* (4), VII, 1907, p. 326-332. — *Id.*, Sahara soudanais, 1909, p. 75-88. — *Id.*, Rectification et compléments à la carte géologique du Sahara central, *B.S.G.F.* (4), XIII, 1913, p. 172-182. — *Id.*, Excursion géologique au Nord et à l'Est de Tonbouctou, *B. S. G. F.* (4), XV, 1915, p. 95-112.

2. P. FLICHE, Sur les bois silicifiés de la Tunisie et de l'Algérie, *CR. Ac. Sc.*, 107, 1^{er} oct. 1888, p. 569-572. — L. PERVINQUIÈRE, Etude géologique de la Tunisie centrale, Paris, 1903.

3. FLICHE les considérait comme infra-crétacés (communication verbale).

Un échantillon (n° I) d'In R'ar (Tidikelt, vers 27° lat. N., 0 long.) provient également d'un dépôt d'arbres souvent de grandes dimensions¹; il a été recueilli en 1912 et figure dans les collections de la Sorbonne. Il présente les caractères suivants :

1. *Coupe transversale*. — Les trachéides sont alignées en séries radiales très régulières. Elles sont de dimensions variables et à contour assez irrégulier tantôt hexagonal, tantôt losangique ou même quadrangulaire. Anneaux annuels nets. Les éléments qui constituent le bois de printemps sont plus allongés dans le sens radial que dans le sens tangentiel. Le contraire se produit dans le bois d'automne. — La membrane est épaisse avec méats intervasculaires bien visibles sur certains points de la préparation. — Cellules éparses de parenchyme ligneux en général peu nombreuses. — Rayons médullaires unisériés.

La disposition des anneaux annuels semble se rapprocher de celle du *Cup. vectense* BARBER, de l'Aptien.

2. *Coupe longitudinale radiale*. — Trachéides présentant sur la face radiale de leur membrane des ponctuations aréolées alignées en une seule file verticale. Elles sont circulaires, contiguës, mais généralement non aplaties à leur point de contact, cependant elles présentent cette particularité dans quelques parties de la préparation. Les rayons médullaires comportent de 3 à 7 étages de cellules allongées radialement et dont les parois minces sont presque toujours détruites; par suite du mauvais état de conservation de ces parois il ne nous a pas été possible d'observer la présence de ponctuations aréolées qui les ornent habituellement.

Le Cénomanien marin du Tadmait se rencontre à une trentaine de kilomètres au Nord d'In R'ar.

Un second échantillon provient du Techelit n'Aïr (vers 18° lat. N., 5° long. E) où il a été recueilli par le capitaine Cortier. A une centaine de kilomètres au SE, le lieutenant Jean avait trouvé à Tafadek et à Tamalarkat des calcaires éocènes à *Operculina canalifera* D'ARCHIAC.

Cet échantillon (n° II) a montré les caractères suivants :

Echant. II.

1. *Coupe transversale*. — Structure identique à celle du n° I, mais beaucoup moins nette par suite d'une forte compression du bois survenue antérieurement à sa silicification alors que ce bois avait déjà subi une altération avancée; cas qui se présente fréquemment dans les bois fossiles. Les anneaux annuels, bien visibles, présentent une disposition analogue à celle observée dans le bois précédent. En certains points de la préparation, mieux conservés, les trachéides montrent un contour assez régulièrement hexagonal. — Dans son ensemble ce bois paraît identique à celui recueilli à In R'ar.
2. *Coupes longitudinales radiales et tangentielles non observées*.

Le troisième échantillon a été rapporté par le colonel Roulet du Djouf, de la falaise du R'nachich (vers 22° lat. N., 3° long. W). On connaît à grande distance au Sud et à l'Est le Crétacé supérieur et l'Éocène avec fossiles marins.

1. Un autre beau dépôt d'estuaire se trouve à Taourirt (Bas Touat, 26° 42 lat. N., 2° 6' long. W).

Echant. III,

1. *Coupes transversale et longitudinale radiale non observées.*
2. *Coupe longitudinale tangentielle.* — Trachéides plus ou moins larges, à parois minces — pas de punctuations aréolées visibles, ces punctuations devant occuper comme dans les bois précédemment examinés la face radiale des trachéides. — Rayons médullaires unisériés présentant de 3 à 7 étages de cellules, ce dernier nombre est rarement atteint, le plus souvent on n'en compte que 3 à 5 étages, La largeur moyenne des cellules est légèrement supérieure à la hauteur, quelques-unes dans ces dernières sont divisées par une cloison radiale.

En résumé ces trois bois dénotent, à première vue, l'existence d'une Conifère. Leur structure est homogène. Les trachéides sont alignées en séries radiales très régulières. Ils montrent très nettement des zones annulaires alternatives de bois d'automne et de bois de printemps ; dans les premières les éléments sont beaucoup moins aplatis radialement que dans les secondes. L'absence complète de canaux sécréteurs, l'absence probable du parenchyme ligneux, de même que l'absence de bandes d'épaississement spiralées à la membrane des trachéides, enfin la disposition en ligne verticale unique des punctuations aréolées sur les parois radiales des trachéides nous invite à classer ces bois dans le genre *Cupressinoxylon* GOEPP. (*sensu lat.*).

Malheureusement leur état de conservation défectueux ne nous permet pas d'étudier les caractères qui permettraient d'en préciser la détermination générique. On sait en effet que le type *Cupressinoxylon* comporte une structure qui paraît commune à d'assez nombreuses Conifères vivantes¹ telles que *Callitris*, *Cryptomeria*, *Glyptostrobus*, *Podocarpus*, *Sequoia* et *Taxodium*.

Toutefois certains caractères, comme la disposition en chaquet des punctuations et leur concentration au voisinage des rayons médullaires, permettent de croire que, lorsqu'ils seront mieux connus, ces bois du Sahara devront rentrer dans le genre *Mesembryoxylon* SEWARD², genre récemment créé pour remplacer *Podocarpoxylon* et *Phyllocladoxylon* DE GOTHAN. Ce nouveau genre comporte des détails de structure qui, à l'époque actuelle se trouvent surtout dans des bois de l'hémisphère austral : *Microcachrys*, de Tasmanie, *Dacrydium*, des grandes îles du Pacifique, de Bornéo à la Nouvelle-Zélande, *Podocarpus*, de l'Amérique et de l'Afrique australes et du Japon.

Mesembryoxylon se rencontre dans le Jurassique de Russie et dans le Crétacé européen ; un échantillon recueilli dans le Tertiaire de la Haute Autriche, semble provenir d'un remaniement. Des échantillons tertiaires authentiques ont été rencontrés en Australie, en Tasmanie et dans l'Antarctide (Iles Seymour). On a peut-être au Sahara une étape du recul vers le Sud de ce type de structure.

Cupressinoxylon, *sensu lato*, abondant surtout dans le Crétacé inférieur, se trouve depuis le Jurassique (Lias de l'Orne³)

1. D'après Krauss, 47 espèces de Conifères actuelles et 37, d'après Boust, présentent un bois du type *Cupressinoxylon*.

2. SEWARD, Fossil Plants IV, 1919, p. 173 et 203.

3. LIGNIER, Végétaux fossiles de Normandie, IV, Bois divers, *Mém. Soc. linnéenne de Normandie*, XXII, 1907, p. 239.

jusqu'à l'époque actuelle ; *Mesembryo.cylon* a une distribution verticale presque aussi étendue. Les bois étudiés n'apportent donc aucune précision nouvelle à l'âge des grès sahariens ; ils ne contredisent pas leur attribution au Crétacé inférieur que semble indiquer la stratigraphie.

SUR L'EXISTENCE DE L'OEILLETTE
(*PAPAVER SOMNIFERUM* VAR. *NIGRUM* D.C.),
EN PROVENCE, A L'ÉPOQUE QUATERNAIRE

PAR P.-H. Fritel¹.

Les collections paléobotaniques léguées au Muséum national d'Histoire naturelle par le marquis de Saporta, renferment d'intéressantes séries d'empreintes végétales des tufs quaternaires du Midi de la France et en particulier des gisements des environs de Marseille.

De tous ces gisements, qui furent l'objet d'une note du marquis de Saporta², celui des Aÿgalades est peut-être le plus riche, il n'offre pas moins de vingt espèces dont certaines lui sont particulières. En dehors de celles mentionnées dans le mémoire de M. de Saporta, il s'en trouve quelques-unes, dans les matériaux légués par celui-ci au Muséum, qui sont inédites.

L'une de ces dernières mérite une mention particulière : c'est le *Papaver somniferum* var. *nigrum* D.C.³, ou OEillette, dont le gisement des Aÿgalades a fourni une capsule remarquablement conservée et en tous points identique à celle de l'espèce actuelle.

Cette capsule, de la grosseur d'une noix, est globuleuse, stipitée et à pores déhiscent. Son disque stigmatifère, bien qu'in-crusté de tuf et légèrement endommagé, laisse néanmoins voir treize stigmates ; son pourtour est nettement lobé, les lobes ne se recouvrant pas par leurs bords. A en juger par son aspect extérieur, cette capsule était arrivée à maturité complète, au moment de sa fossilisation. Ses dimensions sont les suivantes : diamètre de la capsule, 28 mm. ; diamètre du disque, 25 mm. ; hauteur du pédoncule, 4 mm. ; hauteur totale, 45 mm. Jusqu'à présent le genre *Papaver* n'était représenté, à l'état fossile, que d'une manière assez douteuse par un fruit provenant des lignites oligo-

1. Note présentée à la séance du 22 novembre 1920.

2. G. DE SAPORTA, La flore des tufs quaternaires en Provence. *CR.* 33^e sess. *Congr. scient. de France.* Aix, 1867.

3. DE CANDOLLE, Flore française, IV. 633.

cènes de Bornstedt (province de Saxe) et décrit par Friederich ¹ sous le nom dubitatif de *Papaverites*.

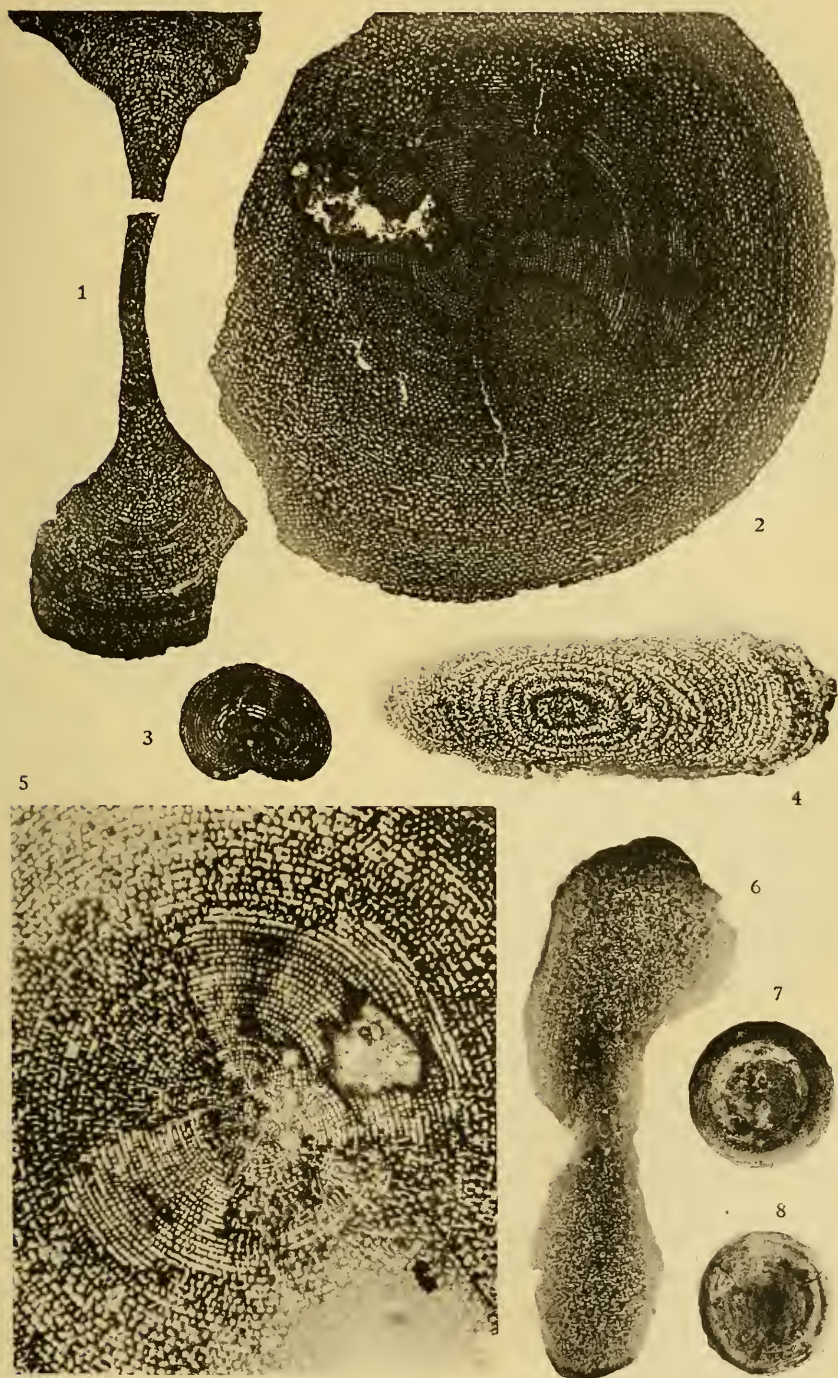
La capsule rencontrée dans les tufs des Aygalades présente un certain intérêt en ce qu'elle démontre péremptoirement l'existence de l'OEillette, dans le Midi de la France tout au moins, à l'époque du Quaternaire moyen, alors qu'actuellement elle est considérée comme originaire de l'Orient et que sa présence dans notre pays soit due à son introduction par l'homme depuis les temps historiques.

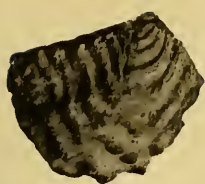


FIG. 1. — Capsule du *Papaver somniferum* var. *nigrum* D.C., fossile, du tuf des Aygalades (Bouches-du-Rhône).
a, vue du dessus ; b, de profil ; c, du dessus, légèrement restaurée ; d, coupe longitudinale. — Gr. nat.

Exilée de notre sol en même temps que le *Laurus nobilis* L., le *Ficus carica* L., le *Buxus sempervirens* L., et le *Cercis siliquastrum* L., et sans doute par la même cause (extension glaciaire), cette espèce, remise en possession de son ancienne patrie par l'intervention de l'homme ou, peut-être, sous l'influence de conditions climatiques redevenues plus favorables, a pu s'y maintenir et y prospérer grâce aux soins de la culture.

1. FRIEDERICH, Beitr. zur Kenntniss der Braunkohlenflora der Prov. Sachsen, p. 139, pl. 19, fig. 17, 17 a (1883).





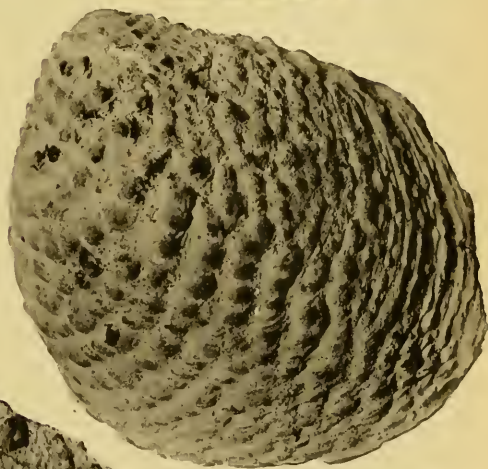
2



6



4



3



1



5

MÉMOIRES-GÉOLOGIE

Paraissant irrégulièrement depuis 1833, format in-4° raisin. Prix divers. (50 % pour les Membres de la Société.)

Extrait du Catalogue.

COSSMANN et LAMBERT. Etude paléontologique et stratigraphique sur le terrain oligocène marin des environs d'Etampes. 88 p., 1 tabl., 6 pl.....	20 fr.
Ph. THOMAS. Recherches stratigraphiques et paléontologiques sur quelques formations d'eau douce de l'Algérie. 54 p., 1 tabl., 5 pl.....	4 "
COSSMANN. Contribution à l'étude de la faune de l'étage bathonien en France (Gastropodes). 374 p., 18 pl.....	30 "
TERQUEM. Les Entomostracés Ostracodes du système oolithique de la zone à Am. Parkinsoni de Fontoy (Moselle). 46 p., 6 pl.....	4 "
TERQUEM. Les Entomostracés Ostracodes du Fuller's Earth des environs de Varsovie. 112 p., 12 pl.....	6 "
C. GRAND'EURY. Formation des couches de houille et du terrain houiller. 196 p., 10 pl.....	20 "
H. FILHOL. Etudes sur les vertébrés fossiles d'Issel (Aude).....	16 "
G. COTTEAU. Echinides éocènes de la province d'Alicante. 107 p., 16 pl.....	15 "
A. DOLLOT, P. GODBILLE et G. RAMOND. Les grandes plâtrières d'Argenteuil (Seine-et-Oise). Historique, genèse et distribution des formations gypseuses de la région parisienne. 48 p., 7 fig., 4 pl.....	5 "
P.-L. PREVEN. Aperçu géologique sur la colline de Turin. 48 p., 7 fig., 1 carte..	8 "
G. ZEIL. Contribution à l'étude géologique du Haut-Tonkin. — H. LANTENOIS. Note sur la géologie de l'Indo-Chine. — René de LAMOTHE. Note sur la géologie du Cambodge et du Bas-Laos. 80 p., 4 pl., 3 cartes en couleurs	12 "
Général de LAMOTHE. Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger et d'une partie de la côte algérienne. 288 p., 3 pl., 1 carte en couleurs.....	15 "
LÉON CAHEZ. Résumé de la Géologie des Pyrénées françaises. 132 p., 4 pl., 6 cartes en couleurs	15 "
Maurice LUGNON. Etude géologique sur le projet de Barrage du Haut-Rhône français à Génissiat (près de Bellegarde). 136 p., 7 pl.....	15 "

MÉMOIRES-PALÉONTOLOGIE

PAR SOUSCRIPTION PAYABLE AVANT L'APPARITION DU VOLUME ANNUEL :
FRANCE, 30 FRANCS, FRANCO. — ÉTRANGER, 35 FRANCS; FRANCO

Liste des Mémoires qui se vendent isolément :

Une remise de 20 % est accordée sur ces prix aux Membres de la Société.

2. J. SEGNES. Contributions à l'étude des Céphalopodes du Crétacé supérieur de France. 6 pl., 22 p.....	15 fr.
3. Ch. DÉPÉRET. Les Animaux pliocènes du Roussillon. 17 pl., 188 p.....	60 "
5. G. DE SAFFORTA. Recherches sur les végétaux du niveau aquitainien de Manosque. 20 pl., 83 p.....	35 "
14. M. COSSMANN. Contribution à la Paléontologie française des terrains jurassiques (en cours); Etudes sur les Gastropodes des terrains jurassiques: Opisthobranches. 6 pl., 168 p.....	25 "
15. S. STEFANESCU. Etudes sur les terrains tertiaires de la Roumanie; Contribution à l'étude des faunes sarmatique, pontique et levantine. 11 pl., 152 p.....	15 "
19. M. COSSMANN. Contribution à la Paléontologie française des terrains jurassiques (en cours); Gastropodes: Nérinées. 13 pl., 180 p.....	35 "
20. V. POPOVICI-HATZEG. Contribution à l'étude de la faune du Crétacé supérieur de Roumanie; Environs de Campulung et de Sinaia. 2 pl., 22 p.....	6 "
21. R. ZEILLER. Etude sur la flore fossile du bassin houiller d'Héraclée (Asie-Mineure). 6 pl., 91 p.....	15 "
22. P. PALLARY. Sur les Mollusques fossiles terrestres, fluviatiles et saumâtres de l'Algérie. 4 pl., 218 p.....	10 "
23. G. SAYN. Les Ammonites pyriteuses des marnes valanginiennes du Sud-Est de la France (en cours). 6 pl., 69 p.....	17 "
24. J. LAMBERT. Les Echinides fossiles de la province de Barcelone. 9 pl., 128 p.	18 "
25. H.-E. SAUVAGE. Recherches sur les Vertébrés du Kiméridgien supérieur de Fumel (Lot-et-Garonne). 5 pl., 36 p.....	12 "
26. Ch. DÉPÉRET et F. ROMAN. Monographie des Pectinidés néogènes de l'Europe et des régions voisines (1 ^{re} partie: genre <i>Pecten</i>) (en cours). 23 pl., 169 p.....	60 fr.

27. G. DOLLFUS et Ph. DAUTZENBERG. Conchyliologie du Miocène moyen du Bassin de la Loire; Description des gisements fossilifères; Pélécytopodes. 51 pl., 500 p.....	150 "
28. Marcellin BOULE. Le <i>Pachyaena</i> de Vaugirard. 2 pl., 16 p.....	5 "
29. V. PAQUIER. Les Rudistes urgoniens. 13 pl., 102 p.....	28 "
30. Ar. TOUCAS. Etudes sur la classification et l'évolution des Hippurites. 17 pl., 128 p.....	38 "
31. Albert GAUDRY. Fossiles de Patagonie: Dentition de quelques Mammifères. 28 p., 12 fig. dans le texte.....	4 "
32. Paul LEMOINE et Robert DOUVILLÉ. Sur le genre <i>Lepidocyclus</i> Gumbel. 3 pl., 42 p.....	10 "
33. Ferdinand CANU. Les Bryozoaires du Patagonien. Echelle des Bryozoaires pour les Terrains tertiaires. 5 pl., 30 p.....	11 "
34. Charles EASTMAN. Les types de Poissons fossiles du Monte-Bolca au Muséum d'Histoire naturelle de Paris. 5 pl., 32 p.....	11 "
35. V. POPOVICI-HATZEG. Les Céphalopodes du jurassique moyen du Mont Strunga (massif de Bucegi, Roumanie). 6 pl., 28 p.....	12 "
36. Ar. TOUCAS. Etudes sur la classification et l'évolution des Radiolitidés. 24 pl., 132 p.....	48 "
37. Edm. PELLAT et M. COSSMANN. Barrémien supérieur à faciès urgonien de Brouzet-lez-Alais (Gard). 9 fig. texte, 6 pl., 42 p.....	15 "
38. Charles JACOB. Etude sur quelques Ammonites du Crétacé moyen. 11 fig., 9 pl., 64 p.....	20 "
39. A. PEZANT. Etude iconographique des Pleurotomes fossiles du Bassin de Paris. 5 pl., 30 p.....	12 "
40. P.-H. FRITEL. Etudes sur les végétaux fossiles de l'étage Sparnacien du Bassin de Paris. 3 pl., 37 p.....	7 "
41. Henri DOUVILLÉ. Etudes sur les Rudistes. Rudistes de Sicile, d'Algérie, d'Égypte, du Liban et de la Perse. 7 pl., 84 p.....	15 "
42. Léon PERVINQUIÈRE. Sur quelques Ammonites du Crétacé algérien. 7 pl., 86 p.....	15 "
43. Robert DOUVILLÉ. Céphalopodes argentins. 3 pl., 24 p.....	7 "
44. Gustave F. DOLLFUS. Les coquilles du Quaternaire marin du Sénégal. Introduction géologique par A. DEREIMS. 4 fig., 4 pl., 72 p.....	10 "
45. Robert DOUVILLÉ. Etude sur les Cardiocératidés de Dives, Villers-sur-Mer et quelques autres gisements. 84 fig., 5 pl., 77 p.....	12 "
46. Maurice COSSMANN. Contribution à la paléontologie française des terrains jurassiques (voir mém., n° 14, 19); <i>Cerithiacea</i> et <i>Loxonematacea</i> , 11 pl., 264 p.....	35 "
47. Lucien MORELLET et Jean MORELLET. Les Dasycladacés du Tertiaire parisien. 24 fig., 3 pl., 43 p.....	8 "
48. Robert DOUVILLÉ. Etudes sur les Opeleiidés de Dives et Villers-sur-Mer. 31 fig., 2 pl., 26 p.....	5 "
49-50. F. PRIEM. Sur des Poissons fossiles et en particulier des Siluridés du Tertiaire supérieur et des couches récentes d'Afrique (Égypte et région du Tchad). — Sur des Poissons fossiles des terrains tertiaires d'eau douce et d'eau saumâtre de France et de Suisse. 9 pl., 30 p.....	15 "
51. P. de BRUN, C. CHATELET et M. COSSMANN. Le Barrémien supérieur à faciès urgonien de Brouzet-lez-Alais (Gard) (v. mém. n° 37). 4 fig., 5 pl., 56 p.....	10 "
52. Henri DOUVILLÉ. Le Barrémien supérieur de Brouzet. 20 p., 4 pl.....	12 "
53. J. REPÉLIN. Monographie du genre <i>Lychnus</i> . 23 p., 6 pl.....	15 "

TABLE DES MATIÈRES (TOME XX, FASCICULE 4-6).

	Pages
Ch. Barrois. — JULES GOSSELET, notice nécrologique (<i>portrait</i>).....	97
A. Bigot. — JULES BERGERON, notice nécrologique (<i>portrait</i>).....	110
G. Zeil. — Corrélations entre les terrasses quaternaires, les récurrences glaciaires et les mouvements ascensionnels de l'écorce terrestre.....	124
Maurice Gignoux et Léon Moret. — Le genre <i>Orbitopsella</i> MUN.-CHALM. et ses relations avec <i>Orbitolina</i> (5 fig., pl. VI).....	129
G. Garde. — La région des tufs porphyriques du Nord du département du Puy-de-Dôme (1 carte, 9 coupes).....	141
M^{lle} Gillet. — Revision du groupe de la <i>Trigonia quadrata</i> AG. (pl. VII).....	153
M^{lle} Morand. — Sur des Bélemnites d' <i>Andranosamonta</i> (Madagascar).....	158
G. Zeil. — Les mouvements ascensionnels de l'écorce terrestre et les tremblements de terre tectoniques (2 fig.).....	161
M. Dalloni. — Sur la structure de la chaîne numidique; observations sur les prétendus charriages de la région de Constantine (3 coupes).....	187
Ph. Zurcher. — Note sur l'hydrologie de la Craie d'Arles.....	196
R. Chudeau et P.-H. Fritel. — Quelques bois silicifiés du Sahara (2 fig.).....	202
P.-H. Fritel. — Sur l'existence de l'Oëillette (<i>Papaver somniferum</i> var. <i>nigrum</i> D. C.) en Provence, à l'époque quaternaire (4 fig.).....	207

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830,
A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE
PAR ORDONNANCE DU 3 AVRIL 1832.

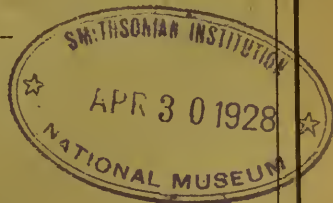
QUATRIÈME SÉRIE

TOME VINGTIÈME

FASCICULE 7-9

Feuilles 14-21. — Planches VIII-XI

46 figures et cartes dans le texte. — Table des matières du C. R. S. et du Bulletin.



PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VI

1921

EXTRAITS DU RÈGLEMENT DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

ART. 2. — L'objet de la Société est de concourir à l'avancement de la Géologie en général et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec les Arts industriels et l'Agriculture.

ART. 3. — Le nombre des membres de la Société est illimité. Les Français et les Etrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. 4. — Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation¹ et avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président.

ART. 37-38. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet. La Société se réunit deux fois par mois (en général; le 1^{er} et le 3^e lundi du mois).

ART. 42. — Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres.

ART. 46. — Aucune communication ou discussion ne peut avoir lieu sur des objets étrangers à la Géologie ou aux sciences qui s'y rattachent.

ART. 48. — Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un point qui aura été préalablement déterminé.

ART. 53. — Un bulletin périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre. Le Bulletin comprend... les *Comptes rendus sommaires des séances* et le *Bulletin* proprement dit (*Notes et Mémoires*).

ART. 54. — La Société publie en outre des *Mémoires de Géologie* et des *Mémoires de Paléontologie*, qui ne sont pas distribués gratuitement aux membres.

ART. 55. — Tous les travaux destinés à l'impression doivent être inédits et avoir été présentés à une séance.

ART. 75. — Les auteurs peuvent faire faire à leurs frais, en passant par l'intermédiaire du Secrétariat, un tirage à part des communications insérées au Bulletin.

ART. 87. — *Chaque membre paye: 1^o un droit d'entrée; 2^o une cotisation annuelle². Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement en capital d'une somme fixée par la Société (600 francs payables en 2 ou 4 fois en une année).*

Sont **Membres à Perpétuité** les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (minimum : **1000 francs**).

ART. 94. — Les ouvrages, conservés dans la Bibliothèque de la Société, peuvent être empruntés par les membres... (*Service des prêts*).

1. Les personnes qui désirent faire partie de la Société et qui ne connaissent aucun membre pour les présenter n'ont qu'à adresser une demande au Secrétariat, en exposant les titres qui justifient de leur admission.

2. Néanmoins sur la demande des parrains, les nouveaux membres peuvent n'acquitter, la première année, que leur droit d'entrée, en versant la somme de 20 fr. Le Compte Rendu sommaire des séances de l'année courante leur est envoyé gratuitement; mais ils ne reçoivent le Bulletin que la deuxième année et doivent alors payer la cotisation de 30 francs. Ils jouissent d'ailleurs des autres droits et privilèges des membres de la Société.

REVISION DES ORBITOÏDES

PAR H. Douvillé ¹

PREMIÈRE PARTIE : *Orbitoïdes crétacés et genre Omphalocyclus.*

PLANCHE VIII

SOMMAIRE. — **Orbitella** *Tissoti*, *Vredenburgi*, *media*, *tenuistriata*, *apiculata*. — **Simplorbites** *gensacicus*. — **Lepidorbitoides** *socialis* (et race *minor*), *Eggeri*, *tibetica*, *polygonalis*. — **Clypeorbis** *mamillata*.
Omphalocyclus *macropora*.

Les travaux récents n'ont fait que confirmer l'importance des Orbitoïdes pour la détermination de l'âge des couches où on les rencontre. L'étude systématique qui en a été faite par Schlumberger en 1901-1904 ², est devenue insuffisante ; il est nécessaire de la compléter et de la rectifier sur quelques points, c'est l'objet de cette nouvelle revision. Avant de passer à la description des espèces, j'examinerai d'abord très sommairement les travaux antérieurs, au point de vue des coupures génériques.

On sait que les Orbitoïdes sont des Foraminifères de forme habituellement lenticulaire, caractérisés par l'existence d'une couche médiane (équatoriale), recouverte sur ses deux faces par des couches plus ou moins nombreuses de chambres latérales. La couche médiane est constituée par un grand nombre de logettes disposées comme dans *Orbitolites*, c'est la disposition cyclostègue de d'Orbigny.

Le genre *Orbitoides* a été proposé par cet auteur en 1847, dans une lettre adressée à Lyell et publiée dans le *Quarterly Journal* (t. IV, p. 11) pour les espèces suivantes : *media*, *papyracea* (= *Pratti* MICHELIX), *americana* (= *Mantelli* MORON).

En 1850 d'Orbigny donne les caractères de l'*O. media* ³, qui pour cette raison a été toujours considéré comme le type du genre. La même année Carpenter décrit avec d'excellentes figures les *O. Pratti* et *Mantelli* ⁴.

1. Note présentée à la séance du 8 novembre 1920 (*Ch. somm.*, 1920, p. 166).

2. *Bull. Soc. géol. de France*, (4) I, p. 459, 1901 ; II, p. 255, 1902 ; III, p. 273 903 ; IV, p. 119, 1904.

3. Cours élémentaire, tome II, 1^{re} partie, p. 193, fig. 316.

4. Q. J. Vol. VI, p. 32, pl. viii.

8 août 1921

Bull. Soc. géol. Fr., (4), XX. — 11.

En 1868, Gümbel étudie systématiquement les Orbitoïdes du Tertiaire¹, dans lesquels il distingue des formes à logettes médianes rectangulaires (*Discocyclina*, *Rhipidocyclina*, *Aktinocyclina*, *Asterocyclina*), ou arrondies (*Lepidocyclina*); les premières sont réunies en 1891 par Munier-Chalmas, sous le nom d'*Orthophragmina*, ceux-ci « ayant leur maximum de développement dans les terrains tertiaires (Éocène et Oligocène) et disparaissant après le Miocène, tandis que les Orbitoïdes sont surtout abondants dans le Danien² ».

La même année, puis en 1896 dans sa description de Java et Madura, Verbeek montrait que les Discocyclines sont exclusivement cantonnées dans l'Éocène et les Lépidocyclines dans le terrain tertiaire supérieur. J'arrivais de mon côté et d'une manière indépendante à un résultat analogue en 1898³, et j'énonçais que les *Orbitoïdes*, les *Orthophragmina* et les *Lepidocyclina* caractérisaient respectivement trois périodes successives, le Crétacé supérieur, l'Éocène et l'Oligocène, conclusion un peu trop absolue et à laquelle il a été nécessaire d'apporter des tempéraments.

Schlumberger avait montré avec Munier-Chalmas, qu'il fallait distinguer dans les Foraminifères des formes B microsphériques et des formes A mégasphériques; ces dernières dans les Orbitoïdes présentent un véritable noyau embryonnaire, sur lequel Schlumberger appelle l'attention et qu'il figure dans les diverses espèces du Crétacé et de l'Éocène; P. Lemoine et R. Douvillé attribuent à cet embryon une importance particulière au point de vue de la classification des Lépidocyclines (1984); le professeur Silvestri en 1910 donne de bonnes figures de cet embryon dans les *Omphalocyclus*, les Orbitoïdes crétacés (*Orbitoïdes* et *Lepid-orbitoïdes*) et les Lépydocyclines⁴. J'en ai repris plus tard l'étude systématique⁵; on sait toute l'importance des caractères tirés de cette première phase du développement pour la fixation des rapports de parenté des différentes formes. J'ai pu ainsi préciser les caractères de l'évolution des Orbitoïdes et établir une série de coupures nouvelles: *Orbitella* pour les formes crétacées anciennes, *Tissoti*, *media*, *apiculata*; j'ai repris *Simplorbites* DE GREGORIO pour *gensacica*, caractérisé par son embryon affecté de

1. Beitr. z. Foram. Fauna d. nord alpinen Geb. (Abh. bayr. Ak. X, 1868).

2. Thèse, p. 18.

3. Sur l'âge des couches traversées par le canal de Panama, et sur les couches à Orbitoïdes des Antilles, B. S. G. F., (3), XXVI, pp. 587-600.

4. Lepidocycline sannoisiane di Antonimina. Mem. d. Nuovi Lincei, vol. XXVIII.

5. CR. Ac. Sc., t. 161, p. 664 et p. 720, 29 nov. et 13 déc. 1915.

gigantisme, *Lepidorbitoides* SILVESTRI pour le groupe du *socialis*, *Clypeorbis* pour *O. mamillata* à embryon dissymétrique. Dans les *Orthophragmina* j'ai repris *Discocyclina* GUMBEL pour les formes discoïdes, *Asterodiscus* SCHAFHÄUTL 1863, pour les espèces rayonnées (*Actinocyclina* et *Asterocyclina* GUMBEL). Enfin j'ai introduit dans les *Lepidocyclina* un certain nombre de sous-genres *Isolepidina*, *nov.*, *Eulepidina*, *Nephrolepidina*, *Pliolepidina*, *nov.*, sur lesquels je reviendrai ultérieurement.

Dans cette première note, je passerai en revue les espèces du Crétacé. Pour compléter ce qui se rapporte aux formes de cette période, je décrirai en appendice le genre *Omphalocyclus*, qui a certainement des rapports assez étroits avec les Orbitoïdes ; comme eux il dérive de *Siderolites*, et il débute également par un embryon quadricellulaire, résultant d'une double caryocinèse ; mais les couches latérales, si caractéristiques des Orbitoïdes, font défaut. Il semble que sa dérivation de *Siderolites* soit directe, tandis qu'*Arnaudiella* vient s'intercaler dans le phylum aboutissant aux Orbitoïdes.

Les Orbitoïdes apparaissent dès la base de l'Aturien ; les formes microsphériques débutent par une phase spiralée très courte, à laquelle succède rapidement le mode de développement cyclostègue normal ; cette modification se produit lorsque



Fig. 1. — Nucléoconque d'*O. Tissoti* (gr. environ 20 fois). Fig. 2, 3. — Segmentation d'une spore de *Fegatella*, d'après Farmer.

l'échantillon est extrêmement petit et il est difficile d'en préciser le détail, d'autant plus que le test est souvent altéré ou modifié par la fossilisation. Les formes mégasphériques au contraire présentent un noyau embryonnaire (nucléoconque) beaucoup plus grand, de $1/4$ de millimètre environ, et dont la constitution peut être facilement observée ; il est divisé en quatre loges par une double cloison en X (fig. 1) et j'ai montré par comparaison avec les spores de certains végétaux (fig. 2, 3), que c'était le résultat d'une double division caryocinétique, donnant naissance à quatre cellules, qui restent associées¹. Les Orbitoïdes primitifs seraient ainsi des Protozoaires tout à fait exceptionnels, puisqu'ils seraient en réalité quadricellulaires. J'ai également montré² comment on pouvait remonter des Orbitoïdes aux *Arnau-*

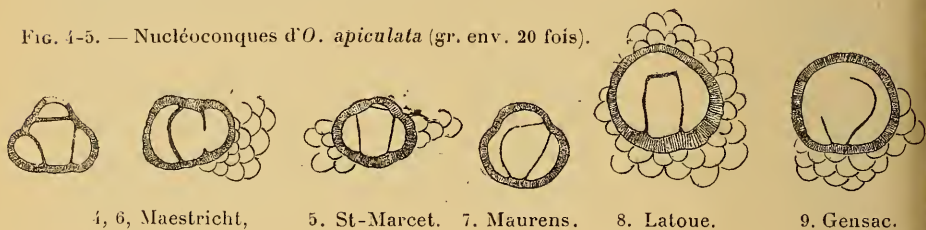
1. *CR. Ac. Sc.*, t. 161, p. 665, 29 nov. 1915.

2. *CR. Ac. Sc.*, t. 167, p. 146, 22 juillet 1918.

diella spiralés bicellulaires, puis aux *Sorites* monocellulaires. Dans tous ces types ce sont les formes mégasphériques qui évoluent d'abord ; leurs modifications se transmettent naturellement dans les formes A qui résultent d'une simple *fragmentation* de la mère ; l'hérédité, proprement dite, n'intervient que dans les formes de résistance B, microsphériques, provenant de la *fusion* de deux cellules (spores).

Ce premier embryon s'entoure d'une sorte de coque percée de pores nombreux et épaissie, ce qui indique une période de repos, à laquelle succède directement le développement annulaire ou cyclostège ; ce mode de développement, comme le développement rayonné des Polypiers ou des Crinoïdes, indique que l'animal s'est fixé ; on sait que les Orbitolites qui présentent un développement cyclostège analogue, vivent en effet sur les Algues, auxquelles ils adhèrent.

FIG. 4-5. — Nucléoconques d'*O. apiculata* (gr. env. 20 fois).



4, 6, Maestricht,

5. St-Marcet. 7. Maurens.

8. Latoue.

9. Gensac.

Il faut remarquer que dans les Orbitoïdes le plan de symétrie principal de l'embryon ne coïncide pas toujours avec le plan médian de la coquille adulte, il en résulte des différences quelquefois assez grandes dans les sections équatoriales, c'est ainsi que dans les formes primitives, elles peuvent couper inégalement les deux cellules médianes, ou même n'en rencontrer qu'une seule.

Cet embryon quadricellulaire caractérise les formes les plus anciennes *O. Tissoti* (fig. 1) ; il se retrouve presque sans modification dans *O. media*, un peu plus récent, du Dordonien. Mais déjà à ce niveau il commence à se simplifier (fig. 4 à 9) : trois des quatre cellules primitives s'atrophient progressivement, puis se fusionnent dès la période embryonnaire, de sorte que la protoconque devient biloculaire, et du type embrassant, une seule cellule probablement ayant conservé son noyau ; cette modification caractérise *O. apiculata*, qui seul persiste dans le Maestrichtien, jusqu'à la disparition complète du groupe. C'est là un premier rameau très net constituant un genre défini : il faudrait lui appliquer strictement le nom d'*Orbitoides*, mais comme ce

nom est le plus souvent employé dans un sens beaucoup plus général il faudrait ajouter *sensu stricto*, ce qui serait vraiment peu commode, j'ai proposé de désigner ce premier rameau sous le nom d'*Orbitella*, mais comme c'est un groupe bien nettement délimité au commencement et à la fin, il faudra lui donner une valeur générique.

Pour définir les espèces avec précision il sera toujours nécessaire de considérer les trois éléments dont se compose la coquille : 1° l'embryon ou nucléoconque des formes mégasphériques, — 2° la disposition des logettes équatoriales, leur forme et les ouvertures par lesquelles elles communiquent, — 3° la disposition des couches latérales et des piliers qui les traversent.

Au point de vue pratique, ce dernier caractère est le plus important puisqu'il permet souvent de déterminer l'espèce d'après les caractères extérieurs et sans qu'il soit nécessaire de faire des coupes ; toutefois il est souvent utile d'user un peu la surface des échantillons pour le mettre bien en évidence. La forme générale de la coquille et sa grandeur donnent aussi des caractères qu'il ne faut pas négliger.

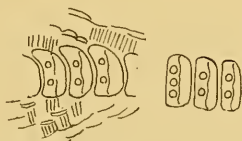


Fig. 10. — *O. Tissoti*, partie de la couche médiane, montrant les ouvertures des logettes (gr. env. 20 f.).

Fig. 11. — Ouvertures de communication des logettes dans *O. media* de Royan (gr. 30 fois).

Fig. 12. — Les mêmes ouvertures dans *O. apiculata* de Latone (H. G.) (gr. 30 fois).

Nous venons d'indiquer la disposition de l'embryon dans *Orbitella*, celle des logettes équatoriales est aussi très caractéristique : elles sont limitées en avant par un arc de cercle et en arrière par deux moitiés d'un arc analogue. Le réseau qu'elles constituent est à maille losangique, aplatie dans la direction du rayon (fig. 10). Chaque logette présente à ses extrémités à droite et à gauche des ouvertures arrondies, établissant la communication avec deux logettes du cycle suivant : ces ouvertures ont un diamètre de 25 à 50 μ et leur nombre varie de 2 à 3 dans *O. Tissoti* et *O. media* (fig. 11), jusqu'à 6 à 7 dans les grands échantillons d'*O. apiculata* (fig. 12) ; elles alternent dans les rangées contiguës.

Les deux surfaces qui limitent la couche équatoriale sont percées de pores assez réguliers ayant de 10 à 12 μ de diamètre ; il

en est de même des planchers qui séparent les chambres latérales. Celles-ci correspondent d'abord aux logettes équatoriales, mais elles se déforment assez rapidement et dans leurs intervalles on voit se développer des colonnes de tissu compact qui constituent les piliers ; ils prennent naissance aux points de rencontre des logettes équatoriales et augmentent d'épaisseur jusqu'à la surface, où ils se terminent par un granule plus ou moins arrondi. C'est la forme habituelle dans les Orbitoïdes, mais elle présente dans les *Orbitella* une modification particulière caractéristique de ce groupe : les logettes équatoriales étant relativement écartées les unes des autres, les piliers s'allongent dans leurs intervalles et se réunissent entre eux de manière à former des lames ondulées qui se terminent à la surface par des bourrelets rayonnants plus ou moins continus ; ils peuvent se fractionner presque complètement, mais on observe toujours dans la région de l'apex soit une étoile irrégulière, soit des piliers nettement vermiformes (fig. 13 à 18, p. 216).

On voit d'après cela qu'il est possible de définir avec précision le genre *Orbitella* et ses différentes espèces.

Genre *Orbitella* H. DOUVILLÉ 1915

Orbitoïde de forme lenticulaire plus ou moins aplatie, présentant à sa surface des piliers vermiformes ou des cotes rayonnantes, au moins dans la région de l'apex. Les logettes équatoriales constituent un réseau à mailles losangiques courtes ; elles communiquent entre elles par des ouvertures arrondies latérales en petit nombre. L'embryon d'abord quadricellulaire devient biloculaire du type embrassant, par atrophie et fusion de trois des cellules primitives.

ORBITELLA TISSOTI SCHLUMBERGER

1902. *Orbitoides Tissoti* SCHLUMBERGER. Deuxième note sur les Orbitoïdes
Bull. Soc. géol. Fr. (4) t. II, p. 259, pl. VIII, fig. 21 à 25.

L'espèce a été bien décrite et figurée par Schlumberger ; elle est de petite taille (4, 5 millimètres) ; sa surface est granuleuse, avec à l'apex un mamelon étoilé. Les logettes équatoriales (fig. 1 et 10) sont en forme de losange aplati, à côtés courbes ; elles communiquent par des ouvertures latérales au nombre de 2 ou 3 ; l'embryon est quadricellulaire.

Cette espèce n'a encore été trouvée que dans le Sud de la province de Constantine et en Tunisie : Campanien inférieur.

ORBITELLA VREDENBURGI H. DOUVILLÉ

1908. *Orbitoides apiculata* VREDENBURG, Cret. orb. of India, *Rec. geol. Surv. India*, Vol. XXXVI, part. 3, p. 204, pl. xxviii, fig. 3.
 1916. *Orbitoides Vredenburgi* H. DOUVILLÉ, Le Crétacé et l'Éocène du Tibet central, *Paleont. indica*, New Series, Vol. V, Mem. 3, p. 32, pl. xi, fig. 1 a, b, c.

Cette espèce paraît remplacer la précédente dans le Campanien inférieur de l'Inde ; elle est un peu plus petite (3 millimètres), son ornementation est la même avec une étoile irrégulière à l'apex ; la constitution de l'embryon n'est pas connue ; si celui-ci était quadricellulaire comme celui de l'*O. Tissoti*, la forme de l'Inde devrait être considérée comme une simple race de cette espèce.

ORBITELLA MEDIA D'ARCHIAC

1835. *Orbitoides media* D'ARCHIAC, *Mem. Soc. géol. Fr.*, (1), vol. II, p. 178.
 1852. *Orbitoides media* D'ORBIGNY, Cours élément. p. 852, fig. 357.
 1901. — — SCHLUMBERGER, Première note sur les Orbitoïdes, *Bull. Soc. géol. Fr.* (4), t. I, p. 464, pl. vii, fig. 1 à 7.
 1916. *Orbitoides media* H. DOUVILLÉ, Le Crétacé et l'Éocène du Tibet central, *Pal. ind.*, New ser., vol. V, mem. 3, p. 32, pl. xii, fig. 1 a, b, c.

Espèce de taille moyenne, atteignant très rarement 10 millimètres. La surface est ornée de cotes rayonnantes ondulées et ordinairement discontinues (fig. 13). Le réseau équatorial est à maille losangique aplatie ; les logettes communiquent par 2 ou 3 ouvertures latérales (fig. 11) ; l'embryon est quadricellulaire, mais les divisions sont moins nettes, moins fortement calcifiées que dans l'*O. Tissoti* ; son plan de symétrie principal est souvent oblique par rapport au plan équatorial.

L'espèce est commune dans les couches à Bryozoaires du Dordonien inférieur entre Talmont et Royan, subordonnées à des bancs de *Pycnodonta vesicularis*, et à des couches à Rudistes (*Lapeirousia crateriformis*, *Prærad. Hæninghausi*, *Bournonia Bournoni*, etc.) ; elle semble représentée dans l'Inde, par une race de taille plus petite.

ORBITELLA TENUISTRIATA VREDENBURG

1908. *Orbitoides media*, var. *tenuistriata* VREDENBURG, Cret. Orb. of India, *Rec. geol. Surv. India*, vol. XXXVI, part. 3, p. 198.
 1916. *Orbitoides tenuistriata* H. DOUVILLÉ, Le Crétacé et l'Éocène du Tibet central, *Pal. ind.*, New series, vol. V, mem. 3, p. 33, pl. xii, fig. 3, pl. xiii, fig. 1, 2, 3.

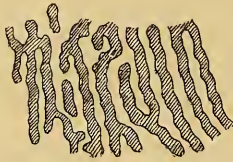
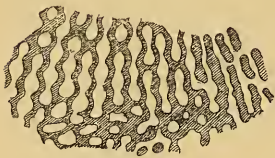
L'espèce est généralement un peu plus grande que l'*O. media* et atteint ordinairement 10 millimètres. La surface est ornée de cotes rayonnantes plus fines et plus serrées (fig. 14). L'embryon paraît aussi un peu différent, triloculaire ; mais les préparations sont trop peu nombreuses pour qu'on puisse être certain que cette disposition n'est pas accidentelle.

Elle occupe dans l'Inde un niveau plus élevé que l'*O. media* du Midi de la France et je l'ai considérée comme une mutation de cette espèce : Maestrichtien.

ORBITELLA APICULATA SCHLUMBERGER

1901. *Orbitoides apiculata* SCHLUMBERGER, Première note sur les Orbitoïdes, *Bull. Soc. geol. Fr.*, (4), t. I, p. 465, pl. VIII, fig. 1, 4, 6, pl. IX, fig. 1 et 4,

FIG. 13 à 18. — Les piliers dans les *Orbitella* (gr. 20 fois).



13, *O. media* de Royan.

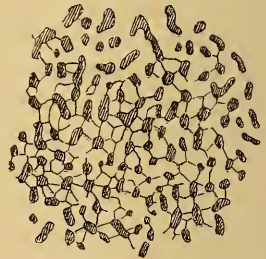
14, *O. tenuistriata* de l'Inde.



15 à 16, *O. apiculata* de Maurens.



17, *O. apiculata* de Vivès. 18, *O. apiculata* de Latoue.



L'espèce atteint 10 millimètres ; elle est relativement aplatie. La surface est ornée de granules fréquemment allongés et vermiformes (fig. 17 et 18), avec une étoile irrégulière à l'apex. Quand on use progressivement la coquille, on voit les piliers se réunir et se transformer en lames ondulées rappelant l'*O. media*, mettant ainsi en évidence la parenté des deux espèces (fig. 15 et 16). J'ai déjà fait voir comment l'embryon très caractéristique

(fig. 4 à 9) résulte de l'évolution de la forme primitive quadricellulaire, trois de ces cellules s'atrophiant progressivement et se fusionnant de manière à entourer la quatrième qui seule a dû conserver son noyau ; par suite de cette évolution régressive l'embryon est redevenu biloculaire (du type embrassant) et monocellulaire.

Les communications des logettes équatoriales sont disposées comme dans *O. media*, elles sont seulement plus nombreuses (fig. 12), par suite de l'épaisseur plus grande de la couche médiane ; j'en ai observé jusqu'à 7, avec un diamètre d'un peu plus de 50 μ .

Cette espèce se rencontre dans la Dordogne, à Maurens par exemple, dans le Dordonien supérieur qui est probablement l'équivalent du Maestrichtien ; elle est extrêmement abondante dans les petites Pyrénées de la Haute-Garonne, dans le calcaire nankin (couches à *Hip. radiosus*) et dans les couches grises au-dessus (Vivès, Latoue, Saint-Marcet, Gensac). Elle a été retrouvée par Carez plus à l'Ouest, au delà du plateau de Lannemezan, dans les Hautes-Pyrénées, au Sud de Tarbes, à Montgaillard (1500 mètres à l'Est de la station, sur la route d'Orignac) où elle est associée à l'*Omphalocyclus macropora* ; elle existe aussi au Sud de la chaîne, à Gavarnie.

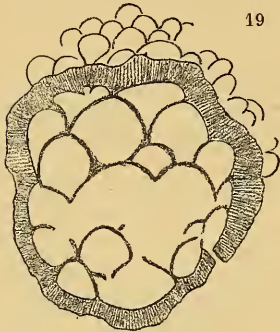
Elle est également très abondante à Maestricht, dans les couches à Bryozoaires, mais là elle est souvent dissymétrique, comme le montre l'échantillon figuré en coupe par Schlumberger (*loc. cit.*, pl. VIII, fig. 6) ; c'est probablement pour une variété extrême de cette forme que Préver a proposé en 1914 le genre *Sylvestrina*, mais sans que le type en ait été précisé ¹ d'une manière suffisante.

Genre *Simplorbites* DE GREGORIO

C'est une forme très singulière : par son ornementation elle rappelle tout à fait *Orbitella apiculata* ; les petits échantillons sont seulement plus renflés, c'est l'*Orb. secans* de Leymerie, tandis que les grands spécimens sont de véritables géants et peuvent atteindre un diamètre de 51 millimètres (*O. gensacica*). La surface est ornée de granules arrondis ou vermiformes, ceux-ci principalement développés à l'apex. Si on use progressivement la coquille on voit, comme dans l'*O. apiculata*, les piliers se réunir les uns aux autres pour former des lames ondulées ; mais en

1. *Rev. it. Paleont.*, anno X, fasc. IV.

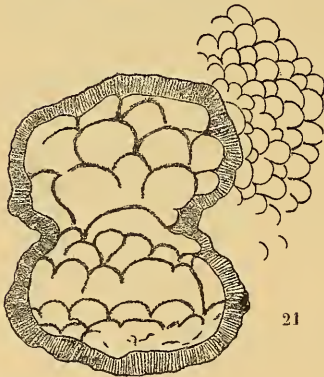
arrivant à la couche équatoriale on met en évidence un embryon énorme, atteignant et dépassant 2 millimètres (fig. 19 à 21); il est grossièrement ovoïde, plus ou moins irrégulier et entouré d'une coque épaisse poreuse; intérieurement il est divisé en un grand nombre de loges, ayant une forme et une disposition rappelant souvent celles des logettes équatoriales, mais entassées les unes sur les autres sans ordre réellement défini; j'avais pensé qu'on pouvait peut-être considérer cet embryon comme un



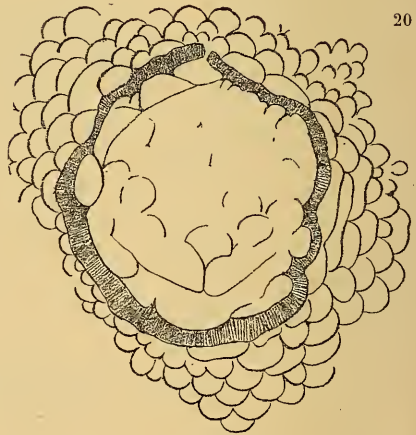
19

FIG. 19, 20, 21. — Nucléoconques de *Simplorbites gensacicus* (gr. environ 20 fois).

19, 20. Gensac. — 21. Saint-Marcel.



21



20

fragment d'*Orbitoides* ou d'*Omphalocyclus* qui aurait continué à se développer, mais d'une manière irrégulière, après sa séparation; le fait est que dans les nombreuses sections que j'ai pu observer, je n'ai jamais reconnu l'existence d'une cellule originelle pouvant être considérée comme un œuf. Quoi qu'il en soit, il est bien certain que l'embryon et la coquille elle-même sont affectés de gigantisme. D'autre part le développement du réseau équatorial, et celui des couches latérales et des piliers sont exactement les mêmes que dans *Orbitella apiculata* de sorte que les formes microsphériques des deux espèces ne pourraient être

distinguées. On ne peut donc voir dans *Simplorbites* qu'un accident ou une maladie et il est curieux de faire observer que cet accident s'est produit à la même époque dans les Pyrénées, en Italie, en Sicile, et dans les Carpathes. Ces diverses formes ont été attribuées à une même espèce, *S. gensacicus*.

SIMPLORBITES GENSACICUS LEYMERIE

1832. *Nummulites papyracea* BOUBÉE, *Bull. Soc. geol. de Fr.*, t. 2, p. 445.
 1851. *Orbitolites gensacica* LEYMERIE, *Mem. Soc. geol. de Fr.*, (2), t. IV, p. 190, pl. A, fig. 2, 3.
 1851. *Orbitolites secans* LEYMERIE, *ibid.*, pl. A, fig. 4.
 1882. *Simplorbites* DE GREGORIO, *Fossili d. Dintorni di Pachino*, p. 10, pl. VI.
 1902. *Orbitoides gensacica* SCHLUMBERGER, Deuxième note sur les Orbitoïdes, *Bull. Soc. geol. Fr.*, (4), t. II, p. 256, fig. 1; pl. VI fig. 4, 5; pl. VII, fig. 8 à 14.
 1907. *Orbitoides gensacica* CHECCHIA RISPOLI et M. GEMMELLARO, Prima nota sur l'Orbitoïdi, etc. pl. I, fig. 6.
 1907. *Orbitoides Januarii* CH. RISPOLI, *Seria numm. di Bagheria*.
 1909. — *gensacica*, var. *Januarii* CH. RISPOLI, *Seria num. dei dintorni di Termini Imerese*, p. 199, pl. I, fig. 6 à 10.
 1910. *Simplorbites gensacica* SILVESTRI, *Mem. d. nuovi Lincei*, XXVIII.
 1912. — — SILVESTRI, *Paleontographia italica*, vol. XVIII, p. 29.
 1915. *Simplorbites gensacica* H. DOUVILLÉ, les Orbitoïdés, développement et phase embryonnaire, *CR. Ac. Sc.* t. 161, p. 664, fig. 13 à 15, 29 nov. 1915.

Cette espèce a été très insuffisamment définie par Boubée puisqu'il se borne à donner ses dimensions et sa provenance; aussi, bien qu'il la signale comme associée à des fossiles créta-cés, elle a été longtemps considérée comme une espèce tertiaire. C'est Schlumberger qui a indiqué le premier les caractères si particuliers de l'embryon.

Sa forme générale est lenticulaire à bords tranchants dans le jeune âge, ce qui lui a fait donner par Leymerie le nom de *secans*; elle devient plus plate dans l'adulte et peut atteindre un diamètre un peu supérieur à 50 millimètres, c'est-à-dire bien plus grand que celui de l'*O. apiculata* qui l'accompagne. Je viens d'indiquer l'énormité de l'embryon, pouvant atteindre 2 millimètres, et sa constitution singulière; les logettes équatoriales, les chambres latérales et les piliers sont disposés exactement comme dans *O. apiculata*.

Elle accompagne cette espèce dans le Maestrichtien de la Haute-Garonne, à Gensac, Sainte-Radegonde, Latoue, Saint-Marcet; elle est tout aussi fréquente en Sicile, et en particulier

au cap Passaro dans les couches à *Hipp. cornucopiæ* (de Gregorio); enfin elle a été également recueillie par Redlich dans la Craie supérieure des Carpathes (la vallée de l'Olththal, Roumanie), où elle est associée à l'*Omphalocyclus macropora*; elle vient d'être retrouvée en Égypte, au G. Genéffé.

Genre *Lepidorbitoides* SILVESTRI

Dans sa note de 1901, Schlumberger montrait qu'il existait à Maestricht deux espèces d'Orbitoïdes, *O. apiculata* et *O. minor*; cette dernière, de taille plus petite, se distinguant par son ornementation formée de granules réguliers et surtout par la constitution de sa couche médiane: au centre un embryon composé d'une petite loge sphérique accolée à une loge circulaire plus grande, et tout autour un réseau à mailles fortement convexes en avant. L'année suivante il retrouvait des caractères analogues dans la couche médiane de l'*O. socialis* LEYMERIE, de la Haute-Garonne, mais il méconnaissait les caractères extérieurs de cette espèce et figurait sous ce nom (*loc. cit.* pl. VIII, fig. 6) un échantillon d'*O. apiculata*. En réalité l'*O. socialis* qui, disait-il, « se rapproche beaucoup de l'*O. minor* par son aspect extérieur et son embryon (fig. 23), » s'en rapproche également par la disposition des couches latérales. Les quelques différences que l'on observe dans la taille et l'ornementation ne sont peut-être que des différences de races.

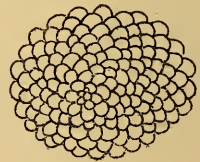
FIG. 22 à 24. — *Lepidorbitoides socialis*.



22, de Latoue (gr. 20 fois).



23, de Saint-Marcet, forme
A. mégasphérique (gr.
20 fois).



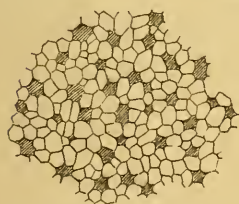
24, de Bousens, forme
B. microsphérique (gr.
50 fois).

Comme nous venons de le voir l'embryon est très différent de celui des *Orbitella*; les logettes équatoriales (fig. 22) sont aussi plus convexes en avant, plus allongées; dans l'adulte elles se touchent latéralement sur une longueur plus ou moins grande, de sorte qu'elles forment un réseau à mailles non plus losangiques, mais hexagonales. Nous retrouverons un réseau analogue dans les *Lépidocyclines* et c'est pour cette raison que Silvestri, en 1908, a proposé le nom de *Lepidorbitoides* pour le groupe de l'*O. socia-*

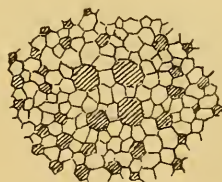
lis¹. Les analogies avec ce groupe nous semblent toutefois plus apparentes que réelles ; sans doute dans les deux groupes on observe des logettes du type que Verbeek a appelé « spatuliforme », et j'ai proposé le nom d'*Eulepidina* pour les Lépidocyclines qui présentent ce caractère, mais leur embryon est alors du type embrassant, très différent de celui de l'*O. socialis*. Une autre différence très importante résulte du mode de communication des logettes : dans les Lépidocyclines comme dans les *Orbitella* on observe au fond de chaque logette deux rangées de grandes ouvertures circulaires dont le diamètre varie de 25 à 50 μ (*supra* fig. 11 et 12). Dans les Lépidorbitoïdes on n'observe rien d'analogue : les coupes équatoriales (Pl. VIII, fig. 3) montrent que toute la face antérieure de la logette est criblée de fines perforations, de 1, 5 μ , ayant à peu près les mêmes dimensions que les pores du toit ; les coupes axiales (Pl. VIII, fig. 4) montrent que ces ouvertures sont disposées dans une série de sillons transversaux, mais en somme il semble bien que cette face antérieure présente la même constitution que le toit de la logette et n'en est que le prolongement. Peut-être pourrait-on voir là une disposition primitive, moins évoluée, et comme le prolongement d'un caractère juvénile, rappelant les perforations de la coque qui entoure l'embryon.

La disposition des chambres latérales diffère notablement de celle des *Orbitella* : les logettes équatoriales étant plus serrées, les piliers ne peuvent plus s'allonger latéralement dans leurs intervalles et devenir lamelleux ; ils prendront une forme nettement pyramidale ou conique et se termineront à la surface par des granules ou des pustules arrondis (fig. 25 à 27).

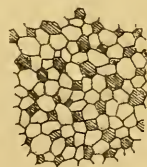
Fig. 25 à 27. — Couches latérales et piliers dans *Lepidorbitoides socialis*.



25, Var. *regularis*
(gr. 20 fois).



26, Var. *pustulata* de St-
Marcet (gr. 25 fois).



27, Race *minor* de Maes-
tricht (gr. 20 fois).

En résumé on voit que si les *Lepidorbitoides* sont bien constitués sur le même plan que les *Orbitella*, ils en diffèrent par tous leurs caractères :

1. *L'Omphalocyclus macropora* à Termini-Imerese, *Atti d. Nuovi Lincei*, Anno LXI, Séance du 15 déc. 1907 (note p. 23).

L'embryon n'est ni quadricellulaire, ni biloculaire du type embrassant, mais *réniiforme*.

Les logettes équatoriales ne sont plus losangiques, mais *hexagonales* ; elles ne communiquent plus par de grandes ouvertures latérales, mais par de *petits pores répartis sur toute la surface*.

Enfin on n'observe à la surface ni piliers vermiformes, ni étoile apicale, mais seulement des *granules* arrondis, plus ou moins développés.

Ces différences sont telles qu'on peut se demander s'il existe une parenté réelle entre les deux types. La forme de l'embryon indique un retour au type normal de développement chez les Foraminifères ; c'est en somme une évolution régressive, venant se compléter, comme je l'ai indiqué plus haut par une persistance du stade infantile, c'est-à-dire par un arrêt de développement.

Le genre *Lepidorbitoides* ne comprend jusqu'à présent que deux formes complètement connues, *socialis* et *minor*. Je lui ai rattaché provisoirement quelques autres formes présentant un même réseau équatorial, mais avec un embryon différent ou encore inconnu, *L. tibetica* et *L. polygonalis* ; cette dernière espèce paraissant établir un passage aux *Orthophragmina*, par ses logettes presque rectangulaires.

LEPIDORBITOIDES SOCIALIS LEYMERIE

Planche VIII, fig. 1, 2, 3 et 4.

1851. *Orbitolites socialis* LEYMERIE, *Mém. Soc. geol. de Fr.*, (2), t. IV, pl. A, fig. 5.
 1902. *Orbitoides socialis* SCHLUMBERGER, Deuxième note sur les Orbitoïdes, *Bull. Soc. geol. de Fr.*, (4), t. II, p. 258, fig. 2, pl. VI, fig. 7 (non fig. 6).
 1908. *Orbitoides socialis* VREDENBURG, Cret. Orbitoides of India, *Rec. geol. surv. India*, vol. XXXVI, part. 3, pl. 27, fig. 1, 2.
 1908. *Lepidorbitoides socialis* SILVESTRI, *Atti. d. p. Ac. nuovi Lincei*, an. LXI, p. 23 (15 déc. 1907).
 1908. *Lepidorbitoides socialis* SILVESTRI, Sulla Orbitoides socialis, *ibid.*, p. 94 (16 févr. 1908).
 1915. *Lepidorbitoides socialis* H. DOUVILLÉ, *CR. Ac. Sc.* t. 161, p. 668,

Leymerie a défini cette espèce comme assez petite, mince, presque papyracée, ayant de 10 à 12 millimètres de diamètre, avec une épaisseur inférieure à 1 millimètre ; sa surface est couverte de granulations médiocrement serrées et visibles en général à l'œil nu ; il ajoute qu'un petit mamelon s'élève au centre sur chaque face.

Ce mamelon diffère tout à fait de l'étoile apicale des *Orbitella*,

en outre les granulations sont arrondies et ne sont jamais vermiciformes, aucune confusion n'est donc possible avec ce dernier genre ; on comprend difficilement que Schlumberger ait pu figurer comme *O. socialis* (*loc. cit.* pl. VI, fig. 6) un échantillon incontestable d'*O. apiculata*.

Ces caractères de la surface résultent de la constitution des couches latérales ; les piliers prennent toujours naissance aux points de rencontre des logettes équatoriales, mais comme celles-ci sont très rapprochées les piliers ne peuvent s'élargir dans leurs intervalles, ils restent pyramidaux ou coniques et se terminent par des boutons arrondis.

L'ornementation présente du reste d'assez grandes variations : dans une première variété (*regularis*) les granulations couvrent régulièrement toute la surface (fig. 25), comme dans les échantillons de la forme *minor* de Maestricht. Dans un deuxième type, elles ne se développent que dans la zone marginale, le centre en restant dépourvu, c'est la variété *calva* (Pl. VIII, fig. 2) ; comme transition à la variété précédente on observe quelques échantillons dans lesquels un petit nombre de granules persistent au milieu de la calvitie centrale (var. *intermedia*) ; ces trois formes sont bien caractérisées et très abondantes à Boussens. Dans la région de Saint-Marcel on observe une nouvelle variété (*pustulata*) caractérisée par l'apparition dans la partie centrale d'un petit nombre de granulations nettement plus grosses que celles qui couvrent le reste de la surface (fig. 26 et Pl. VIII, fig. 2). Cette variété correspond généralement à des formes A mégasphériques (fig. 23). Comme d'habitude les formes B microsphériques sont toujours bien plus rares, j'ai pu cependant en préparer plusieurs échantillons provenant principalement de Boussens (fig. 24). Ils sont de taille un peu plus grande et ordinairement de la variété *calva* ; quelques-uns présentent dans le jeune de véritables pustules qui disparaissent ensuite complètement.

J'ai insisté à propos du genre *Lepidorbitoides* sur les caractères de la couche équatoriale : réseau à mailles hexagonales, représentées par des logettes un peu allongées et spatuliformes, à face antérieure convexe et percée d'un grand nombre de pores ; embryon composé d'une première loge sphérique, d'un diamètre de 150 μ environ sur laquelle vient s'appuyer une deuxième loge de section circulaire, beaucoup plus grande ; l'ensemble est entouré d'une coque relativement plus grande. Dans les formes B microsphériques la première loge n'a plus que 30 μ environ et celles qui suivent immédiatement sont nettement disposées en spirale.

Cette espèce caractérise le Maestrichtien ; elle est très développée dans ce qu'on a appelé le *calcaire nankin* des Petites Pyrénées de la Haute-Garonne et dans les *couches grises* : sur la rive droite de la Garonne à Roquefort et à Boussens (ravin de Rousse, où elle a été recueillie en quantité par M. Filliozat, associée avec *Clypeorbis mamillata*), sur la rive gauche principalement dans la région de Saint-Marcet (Latoue, Moulinneuf, Biscanos, Terme ¹, où elle accompagne *O. apiculata*, *O. gensacica*), enfin à Gensac, avec la même faune. Elle se retrouve également à Gavarnie sur le bord du bassin espagnol.

L'*O. socialis* a été signalée dans l'Inde par Vredenburg.

LEPIDORBITOIDES SOCIALIS, race *minor* SCHLUMB.

1901. *Orbitoides minor* SCHLUMBERGER, Première note sur les Orbitoïdes, *Bull. Soc. geol. Fr.* (4), t. I, p. 466, pl. VIII, fig. 2, 2, 3, pl. IX, fig. 2, 3

Schlumberger avait très justement reconnu qu'il existait à Maestricht deux espèces d'Orbitoïdes et qu'elles différaient de l'*O. media* de Royan ; il avait nommé la plus grande *apiculata* et la seconde *minor*. Étudiant ensuite l'année suivante les espèces des Pyrénées, il avait malheureusement méconnu les caractères extérieurs de l'*O. socialis*, et, comme je l'ai indiqué plus haut, figuré sous ce nom un échantillon d'*O. apiculata*, d'où la conclusion que l'*O. socialis* différait de l'*O. minor* « par la nature des loges latérales ». En réalité la constitution est la même, les différences sont très légères et sont tout au plus des caractères de races.

La *Lep. minor* est un peu plus petite et ne dépasse guère 6 à 7 millimètres, au lieu de 12 pour l'*O. socialis* ; les caractères de la couche équatoriale, la forme des logettes et la constitution de l'embryon, sont exactement les mêmes.

La surface est presque toujours couverte de granulations à peu près uniformes (fig. 27) ; on n'y observe pas les variétés *pustulata* ou *calva* qui dominent dans le Midi de la France ; c'est exceptionnellement que les granulations médianes sont un peu plus développées que les autres.

Cette forme est commune à Maestricht avec l'*O. apiculata*. Elle n'est pas rare à Madagascar dans les couches de la Craie supérieure sur la côte est, elle est seulement un peu plus grande et atteint 7 millimètres ; sa présence dans le Sud de l'Inde, où se prolongent les mêmes horizons crétaés, est très probable ;

1. Mauvaise lecture de la carte, pour Ferme.

elle y a été citée en effet par Vredenburg (*loc. cit.*, p. 205, fig. 3), mais les figures qu'il en a données indiquent une structure de la couche équatoriale bien différente de celle de l'*O. socialis*.

? *LEPIDORBITOIDES* sp.

Je figure ci-contre la disposition particulière que présente un échantillon du Maestrichtien d'Auzas (Haute-Garonne) : le réseau médian est exactement constitué comme celui des *Lepidorbitoides*, mais l'embryon est différent (fig. 28) : sa taille est d'abord beaucoup plus grande, la première loge elliptique ayant un diamètre de 750 μ environ, c'est-à-dire cinq fois plus grand que celui du *L. socialis*. La deuxième loge enveloppe plus de la moitié de la première, et cette disposition rappelle tout à fait celle que l'on observe dans les premières *Orthophragmina* du Danien.

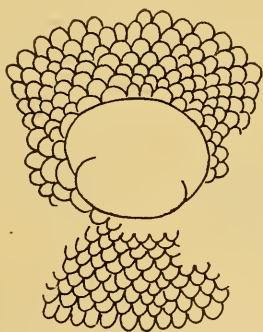


FIG. 28. — *Lepidorbitoides*.

L'échantillon étant jusqu'à présent unique, il est difficile de savoir s'il s'agit d'une espèce nouvelle ou simplement d'une forme accidentelle.

? *LEPIDORBITOIDES* *EGGERI* SILVESTRI

1902. *Orbitoides socialis* EGGER, Bau d. Orbitolinen und verw. Formen. *Abh. bayr. Ak.* Vol. XXI, 3^e partie, p. 396, pl. II.

1908. *Lepidorbitoides Eggeri* SILVESTRI, Sulla *Orb. socialis*. *Atti pont. Acc. Nuovi Lincei*, t. LXI, p. 98.

Je cite pour mémoire seulement cette forme provenant d'Ausseing, les figures qui en ont été données étant vraiment trop imparfaites et trop imprécises.

LEPIDORBITOIDES TIBETICA H. DOUVILLÉ¹

1916. *Lepidorbitoides tibetica* H. DOUVILLÉ, Le Crétacé et l'Éocène du Tibet central. *Paleont. indica*, new series, vol. V, mem. 3, p. 34, pl. xiv, fig. 1, 2, 3, 4.

Les échantillons du Tibet que j'ai figurés sous ce nom rappellent tout à fait l'*Orb. socialis* par la disposition du réseau équatorial, mais l'embryon n'a pu être reconnu; ils se distinguent par leur taille beaucoup plus grande, pouvant atteindre 17 millimètres, et par leur épaisseur très faible. Il en résulte que leur forme est toujours courbe (concavo-convexe), et que les piliers sont beaucoup plus petits que dans l'*O. minor*; ils semblent uniformément répartis sur toute la surface.

Cette espèce a été recueillie dans les couches à Operculines (assise 13) de la région de Kampa (Tibet central); je les avais attribuées d'abord au Danien, mais plus récemment j'ai fait remonter ces couches à la base de l'Éocène¹. Il semble donc que dans cette région les *Lepidorbitoides* ont persisté plus longtemps que dans les Pyrénées. Il ne faudrait pas s'en étonner, puisque j'ai cru pouvoir attribuer à un refroidissement du climat les modifications importantes de la faune qui se produisent au commencement du Danien; il est naturel que ce refroidissement ait été moins intense dans l'Inde.

LEPIDORBITOIDES POLYGONALIS H. DOUVILLÉ

1916. *Lepidorbitoides polygonalis* H. DOUVILLÉ, Le Crétacé et l'Éocène du Tibet central. *Paleont. indica*, new series, vol. V, mem. 3, p. 35, pl. xiv, fig. 5, 6 et pl. xv, fig. 1, 2, 3.

Cette espèce, analogue à la précédente par sa forme générale et son ornementation, s'en distingue par ses logettes équatoriales plus allongées et moins convexes en avant; elles se rapprochent ainsi de la forme rectangulaire caractéristique des *Orthophragma*. Cette modification montre comment le passage a pu se faire entre ces deux groupes d'Orbitoïdés.

Cette espèce apparaît à la partie supérieure des couches à Operculines (assise 13) et persiste au-dessus dans les couches à Spondyles (assise 14) que j'attribue à l'Éocène inférieur.

1. La limite entre le Crétacé et l'Éocène, en Aquitaine, aux Indes et au Soudan, (*CR. Ac. Sc.*, t. 170, p. 154, 19 janv. 1920); dans cette note par suite d'une faute d'impression, p. 156, ligne 11, la couche à Operculines est indiquée 12 au lieu de 13.

Genre *Clypeorbis* H. DOUVILLÉ

Comme je l'ai rappelé plus haut, j'ai proposé cette dénomination pour les formes dissymétriques dont le type a été décrit par Schlumberger sous le nom d'*Orbitoides mamillata*. C'est une espèce de petite taille, conique sur sa face supérieure avec au sommet un fort bouton arrondi (fig. 31); celui-ci manque sur la face inférieure qui est simplement convexe; les surfaces inférieures et supérieures présentent des granules réguliers, disposés comme dans l'*O. socialis* (fig. 29).

La couche équatoriale présente des caractères assez particuliers: les logettes convexes en avant (fig. 30) sont plus écartées que dans *Orbitella*, de sorte qu'elles donnent naissance à un réseau à mailles hexagonales aplaties dans le sens du rayon, différentes par conséquent de celles des *Lepidorbitoides*, qui sont au contraire plus ou moins allongées dans cette direction; il en résulte qu'elles sont disposées en rangées rayonnantes, leur nombre augmentant par bifurcations ou intercalations.

FIG. 29-34. — *Clypeorbis mamillata*.



29, Piliers.



30, Logettes disposées en files rayonnantes.



31, Section axiale montrant le bouton et la nucléoconque.



32, Par le bouton.



33, Par la première loge.



34, Par les loges suivantes.
Toutes ces figures gr. 20 fois environ.

La communication des logettes paraît s'effectuer par des pores comme dans *Lepidorbitoides*; nous n'avons jamais observé d'ouvertures analogues à celles des *Orbitella*; la paroi antérieure semble prolonger directement le toit et avec la même texture poreuse.

L'embryon (fig. 31 à 34) est constitué par une première loge sphéroïdale, au-dessous de laquelle se développent 3 ou 4 loges

disposées en rosette ; c'est en somme un développement en spirale conique qui se prolonge pendant quelque temps et qui est bien mis en évidence par la disposition des couches latérales : une section normale à l'axe menée par le bouton (fig. 32) par la première loge (fig. 33) ou au-dessus de la couche équatoriale (fig. 34) montre au moins 3 ou 4 tours de spire bien caractérisés.

Par suite de l'écartement des logettes, les piliers sont souvent lamelliformes à l'origine comme dans *Orbitella* ; mais cette disposition ne persiste pas et ils deviennent rapidement polygonaux, comme dans *Lepidorbitoides* (fig. 29).

CLYPEORBIS MAMILLATA SCHLUMBERGER

1902. *Orbitoides mamillata* SCHLUMBERGER, Deuxième note sur les Orbitoides, *Bull. Soc. geol. Fr.*, (4) t. 2, p. 259, pl. VIII, fig. 17-20.
 1945. *Clypeorbis mamillata* H. DOUVILLÉ, *CR. Ac. Sc.*, t. 164, p. 669, fig. 18-20.

J'ai peu de choses à ajouter aux caractères que je viens d'indiquer pour le genre *Clypeorbis*, puisque jusqu'à présent c'est la seule espèce du genre. Elle est de petite taille, 2 à 4 mm. et atteint exceptionnellement 4, 5 mm. Elle accompagne partout *Lepidorbitoides socialis*, dans la région de Saint-Marcet, à Gensac où elle est rare, et à Boussens où elle est assez commune ; dans cette dernière localité les Orbitoïdes très abondantes ne sont représentées que par ces deux espèces.

Ce type un peu énigmatique paraît dériver de *Lep. socialis* par un changement d'habitat ; sa forme dissymétrique indique qu'elle vivait à plat sur le fond.

Il est fâcheux que l'auteur ait donné à cette espèce une dénomination aussi voisine de l'*O. mamillaris* de Leymerie ; celle-ci est symétrique, mamillée des deux côtés et du reste très incomplètement définie.

GENRE *Omphalocylus* BRONN

Lamarck en 1816¹ a cité sous le nom d'*Orbulites macropora*, un « Polypier » d'origine inconnue qu'il rapprochait d'*Orbulites complanatus* de Grignon. En 1825 Defrance² en faisait un Orbitolite et indiquait qu'il provenait de la Montagne Saint-Pierre près de Maestricht. L'année suivante cette espèce était figurée

1. 1816. LAMARCK, *Ann. sans vert.*, t. II, p. 197.

2. 1825. DEFANCE, *Dict. Sc. nat.*, t. XXXVI, p. 295. *Orbitolites macropora*.

pour la première fois par Goldfuss¹ ; mais celui-ci trompé probablement par le mode de conservation de l'échantillon, l'attribue au Calcaire grossier parisien ; il le montre composé de 3 couches, les couches latérales rappelant les Orbitolites et la couche médiane s'ouvrant au dehors par une série d'ouvertures. La figure indique aussi des ouvertures sur la face supérieure des cellules marginales, mais on sait qu'elles proviennent de l'usure de l'échantillon.

Pour ce type Bronn² propose en 1853 le genre *Omphalocyclus*, caractérisé par des couches superficielles formées de loges en losange et une couche médiane où elles sont groupées en anneaux concentriques ; des canaux mettent ces couches en communication. Carpenter (*Phil. trans.* 1856, p. 225) estime que ce n'est pas autre chose qu'un Orbitolite du type simple dont les loges marginales ont été ouvertes en haut et en bas par usure. Il conservera du reste cette manière de voir et en 1883 (Challenger, p. 25) il placera cette espèce en synonymie de l'*Orb. duplex*, avec un point de doute, il est vrai.

En 1902³, j'indiquais que, dans les *Omphalocyclus*, le toit des loges « présentait de fines perforations, tout à fait comparables à celles des Orbitoïdes ; il faut donc faire passer ce genre du groupe des Foraminifères imperforés dans celui des Foraminifères poreux et à côté des Orbitoïdes. Il se distingue de ces derniers par l'absence de couches latérales ; il se compose d'une couche d'abord simple de loges cyclostègues, subdivisées en logettes, comme celles des Orbitoïdes ; cette couche se dédouble ensuite, puis une troisième vient s'intercaler entre les deux premières, de telle sorte que l'épaisseur augmente progressivement ». Cette disposition rappelle bien celle des Orbitolites du type complexe.

Silvestri⁴, dans une note publiée en 1908, confirme cette analogie avec les Orbitoïdes et montre qu'il existe dans ce genre un embryon quadriloculaire, par suite exactement semblable à celui des Orbitoïdes primitives ; mais comme celles-ci apparaissent dès la base de l'Aturien, il n'est pas possible de considérer avec cet auteur les *Omphalocyclus* comme la forme archaïque du groupe. C'est un type en réalité plus récent et qui dérive directement de *Siderolites* et par un processus analogue à celui

1. 1826. GOLDFUSS, Petr. Germ. *Orbitulites macropora*.

2. 1853. BRONN, Leth. geogn., 2^e vol., 5^e partie, p. 95.

3. H. DOUVILÉ, Distr. des Orbitolites et des Orbitoïdes dans la craie du Sud-Ouest. *Bull. soc. geol. Fr.* (4), t. II, p. 307.

4. L'*Omphalocyclus macropora* à Termini Imerese. *Atti. d. pont. Acc. rom. dei Nuovi Lincei*, ann. LXI, séance du 15 déc. 1907.

des Orbitoïdes, c'est-à-dire par une double caryocinèse, l'apparition des couches latérales dans les Orbitoïdes devant être attribuée à l'intercalation des *Arnaudiella* dans ce phylum.

OMPHALOCYCLUS MACROPORA LAMK.

Planche VIII, fig. 5 à 14.

1816. *Orbulites macropora* LAMARCK, An. s. v., t. II, p. 197.
 1825. *Orbitolites* — DEFRANCE, Dict. Sc. nat., t. XXXVI, p. 295.
 1826. *Orbitulites* — GOLDFUSS, Petref. Germ., p. 41, pl. cxxv, fig. 8.
 1838. — — BRONN, Leth. geogn., p. 597.
 1851. *Orbitolites disculus* LEYMERIE, Mem. Soc. geol. France, (2) t. IV, p. 190, pl. A, fig. 1.
 1853. *Omphalocyclus macropora* BRONN, Leth. Edit. 3, 2^e vol., partie V, p. 95.
 1856. *Orbitolites macropora* CARPENTER, Monogr. Orbitolites. Phil. trans. p. 225.
 1881. *Orbitoides disculus* LEYMERIE, Descr. d. Pyrénées de la Haute-Garonne, p. 775, pl. N, fig. 12.
 1883. ? *Orbitolites duplex* CARPENTER, Gen. Orbitolites in Challenger, p. 25.
 1897. *Omphalocyclus macropora* NOETLING, Pal. ind., serie XVI, vol. 1, p. 8, pl. 1, fig. 5, 6 (Up. Cret. of Mari Hill),
 1902. *Omphalocyclus macropora* H. DOUVILLÉ, Bull. Soc. geol. Fr. (6) t. II, p. 307.
 1904. *Omphalocyclus macropora* H. DOUVILLÉ, in DE MORGAN, Miss. sc. en Perse, p. 365, pl. L, fig. 29-30.
 1908. *Omphalocyclus macropora* SILVESTRI, Atti d. nuovi Lincei, an. LXI, p. 17, fig. 1, 2, 3.
 1908. *Omphalocyclus macropora* VREDENBURG, Cret. Orb. India, p. 208, pl. XXIX, fig. 1-3. Rec. geol. Surv. Vol. XXXVI, part. 3.
 1916. *Omphalocyclus macropora* H. DOUVILLÉ, Pal. ind., new series, vol. V mem. 3, p. 35, pl. XIII, fig. 4, 5 (Cret. Tibet).

Nous venons de voir que la constitution des *Omphalocyclus* est bien connue ; ils se composent de deux couches superficielles ou latérales et d'une couche médiane. Les premières sont formées de logettes cyclostègues disposées comme dans les Orbitolites, c'est-à-dire en anneaux concentriques et alternant d'un anneau au suivant, chaque logette communiquant avec deux logettes de l'anneau précédent et deux logettes de l'anneau suivant. Cette disposition se traduit sur la surface de la coquille qui présente un réseau losangique dont chaque maille correspond à une logette de la couche sous jacente (Pl. VIII, fig. 5 à 9). Ces losanges sont délimités par des bourrelets correspondant aux séparations des logettes qui sont ainsi homologues des piliers des Orbitoïdes et plus particulièrement des piliers lamelleux de l'*O. media* ; comme ceux-ci ils forment quelquefois des côtes rayonnantes ondulées. Les logettes latérales se terminent en avant par une surface ogivale à la partie supérieure et convexe à la base ; les sillons de séparation s'élargissent vers le bas en

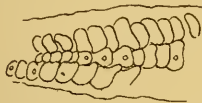
formant un cul de sac dans lequel viennent s'ouvrir les ouvertures des logettes, une à droite et une à gauche (Pl. VIII, fig. 10, 13).

La couche médiane est également formée d'une couche de logettes alternantes, mais situées un peu en avant de celles des couches latérales (fig. 35); leur face antérieure est relativement aplatie et leur ensemble dessine ainsi une surface cylindrique générale (fig. 37). Chacune de ces logettes communique avec les logettes latérales par une ouverture pratiquée dans le plancher de celles-ci; en même temps elles s'ouvrent directement au dehors, et suivant les échantillons on distingue dans cette couche médiane une, deux ou trois rangées d'ouvertures, alternant assez régulièrement les unes avec les autres (Pl. VIII, p. 10 à 15). C'est que dans l'adulte la couche médiane reste rarement simple; dès que les échantillons deviennent un peu épais, on voit la couche médiane se compliquer par l'apparition de nouvelles logettes disposées du reste assez irrégulièrement.

Ce qui augmente cette irrégularité, c'est qu'il se forme en même temps à l'intérieur des logettes un dépôt supplémen-

FIG. 35-37. — *Omphalocyclus macropora*.

Coupes axiales.



35, d'après un échantillon de Perse.



37, coupe parallèle au plan médian, montrant les couches superficielles cyclostégues, et les enveloppes cylindriques de la couche moyenne (gr. 20 fois environ).



36, d'après un échantillon très épais de Maëstricht (gr. 10 fois).

taire d'endosquelette qui encroûte les parois de manière à faire quelquefois disparaître toute indication d'une disposition régulière; on n'observe plus alors dans la partie médiane qu'un réseau de canaux et de cavités irrégulières. C'est ce que montre la figure ci-jointe (fig. 36) dessinée à la chambre claire d'après la section d'un échantillon provenant de Maestricht. La figure précédente reproduit au contraire la disposition normale ordinaire, abstraction faite de l'endosquelette.

On voit d'après cela que l'analogie signalée avec la structure des Orbitolites du type complexe, ne se poursuit pas dans le détail, la couche moyenne présentant dans son développement final une disposition très différente.

Comme nous venons de le voir, les logettes alternent les unes avec les autres dans une même couche et alternent également d'une couche à l'autre, il en résulte que les coupes axiales ne mettent que rarement en évidence les relations réelles des logettes des différentes couches, telles qu'elles sont indiquées par la figure 35 ci-dessus. Les coupes normales à l'axe (fig. 37) traversent souvent plusieurs couches : tandis qu'elles dessinent dans les couches latérales une série d'écaillés arrondies, dans la couche moyenne au contraire la surface des anneaux se traduit par des cercles plus ou moins continus.

Les *Omphalocyclus* paraissent caractériser toujours le Maestrichtien ; très abondants dans la Craie sableuse de Maestricht, à *Orb. apiculata*, ils manquent tout à fait dans les couches plus anciennes de Royan à *Orb. media*. Ils sont représentés sur la bordure des Pyrénées, toujours dans les couches à *O. apiculata*, par une variété que Leymerie avait distinguée comme *O. disculus* ; ils sont surtout abondants dans les couches de la Haute-Garonne, mais ils apparaissent déjà dans les Hautes-Pyrénées, à l'Ouest du plateau de Lannemezan.

Ils sont fréquents au même niveau en Italie, ils ont été signalés en Tunisie, mais ils font défaut dans les couches inférieures à *Orb. Tissoti*. Dans la vallée de l'Olththal (Roumanie) ils sont associés avec l'*O. gensacica*. M. de Morgan les a recueillis en Perse, enfin ils ont été signalés dans le Beloutchistan (Noetling), dans l'Inde (Vredenburg) et au Thibet, dans les couches les plus élevées de la Craie.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VIII

Lepidorbitoides socialis, de Saint-Marcet.

FIG. 1, var. *tuberculata*. — FIG. 2, var. *calva* (gr. 10 fois).

FIG. 3, coupe parallèle montrant la disposition des logettes équatoriales et les pores de communication (gr. 100 fois).

FIG. 4, coupe axiale, montrant les pores de la couche équatoriale disposés dans des sillons parallèles.

Omphalocyclus macropora, de Maestricht.

FIG. 5 à 9, vues de la surface montrant les bourrelets correspondant aux parois des logettes ; ils forment habituellement un réseau à mailles losangiques, mais ils se disposent quelquefois en collines rayonnantes ondulées (fig. 9) (gr. 4,5).

FIG. 10 à 14, vues latérales montrant la tranche de la coquille et ses ouvertures ; celles des couches latérales s'ouvrent dans les sillons qui séparent les logettes, celles de la couche médiane forment ordinairement deux rangées (fig. 11 à 13) mais quelquefois seulement une (fig. 10) ou plus rarement trois (fig. 14) (gr. 4,5).

SUR UN SCOPÉLIDÉ FOSSILE A ORGANES LUMINEUX :
MYCTOPHUM PROLATERNATUM n. sp. DU SAHÉLIEN ORANAIS

PAR **Camille Arambourg** ¹

PLANCHE IX

En étudiant une collection de Poissons fossiles provenant du niveau dit « à Poissons » du Sahélien des environs d'Oran², j'ai rencontré quelques petits Scopélidés qui présentent la particularité de posséder des traces, parfaitement conservées par la fossilisation, des organes lumineux spéciaux au genre *Myctophum* auquel ils appartiennent.

La disposition de ces photophores est le principal caractère sur lequel repose la distinction des nombreuses espèces actuelles de ce genre, parfois si voisines entre elles par leurs autres détails, et l'on conçoit que lorsqu'il s'agit de l'étude de restes fossiles, la présence de ces organes est précieuse pour baser avec quelque certitude une détermination paléontologique.

D'autre part, bien qu'aucun *Myctophum* fossile n'ait été signalé avant le Pleistocène³, j'ai pu me convaincre, ainsi que nous le verrons, que ce genre a joué un rôle important dans la faune ichtyologique du Miocène supérieur ; c'est la raison qui m'a déterminé à consacrer au fossile d'Oran une étude préliminaire à la description de la faune dont il fait partie et que je donnerai ultérieurement.

DESCRIPTION. — Échantillon provenant du ravin de Raz el Aïn, près d'Oran (Pl. IX).

	millimètres		millimètres
Longueur (sans caudale).....	58	Hauteur maxima.....	17
Longueur de la tête.....	16	Diamètre de l'orbite.....	5
Distance prédorsale.....	28	Distance préanale.....	38
Longueur de la dorsale.....	10	Longueur de l'anale.....	13
Longueur des pectorales.....	14	Longueur de la caudale.....	13

La forme de ce Poisson est un ovale allongé, à profils dorsal et ventral peu arqués, s'atténuant rapidement en arrière ; la

1. Note présentée à la séance du 8 novembre 1920 (*CR. somm.*, 1920, p. 167).

2. Travail effectué aux laboratoires de Paléontologie et d'Herpétologie du Museum National d'Histoire Naturelle. — MM. BOULE et ROULE, en m'ouvrant les riches collections du Muséum, ont bien voulu me faciliter ce travail. Je les prie ici d'agréer l'expression de ma vive reconnaissance.

3. F. BASSANI. La ittiofauna delle argille marnose plitoceniche di Taranto e di Nardo, Naples, 1905.

hauteur du pédicule de la caudale n'est plus que les deux cinquièmes de celle du tronc qui a son maximum reporté très en avant, à hauteur des pectorales, et compris environ trois fois et demie dans la longueur sans caudale.

La tête, y compris l'appareil operculaire, est grosse, un peu plus longue que haute; sa longueur à peu près égale à la hauteur maxima du tronc¹. Son profil s'abaisse très rapidement en avant, suivant une courbe régulière en arc de cercle à faible rayon; le museau est extrêmement court et obtus, ce qui contribue à donner à ce Poisson sa physionomie particulière.

L'orbite grande, ronde, contenue trois fois dans la longueur de la tête est très avancée, et peu éloignée du profil antéro-supérieur; la distance préorbitaire est à peine égale à la moitié du diamètre de l'orbite.

Les os du crâne sont écrasés, peu distincts; on voit seulement le parasphénoïde, grêle, très oblique vers le bas, qui traverse la lumière de l'orbite dans son tiers inférieur.

La bouche est fendue, peu obliquement, un peu plus loin que la verticale du bord postérieur de l'orbite. La mâchoire supérieure est bordée par des prémaxillaires doublés de maxillaires grêles, très peu dilatés dans leur partie postérieure. La mandibule est épaisse, formée d'un dentaire robuste, plus développé que l'articulaire.

Le bord des mâchoires étant très écrasé, il a été impossible d'y distinguer nettement des dents.

L'appareil operculaire est grand, formé de pièces très minces recouvertes d'écailles.

La colonne vertébrale, composée de vertèbres robustes, un peu plus longues que hautes, sauf les dernières, comprend 12 précaudales et 22 caudales. Les hæmapophyses et les neurapophyses sont courtes et robustes.

On distingue environ 40 paires de grosses côtes; le squelette est garni d'arêtes musculaires.

La dorsale, peu étendue, naît un peu en avant du milieu de la longueur du corps sans caudale et se compose de 11 ou 12 rayons dont les premiers égalent à peu près les deux tiers de la hauteur du corps au dessous d'eux; cette nageoire n'occupe sur la ligne dorsale qu'une longueur égale à celle de 4 vertèbres $1/2$.

1. Il est cependant à remarquer que l'échantillon est peut être un peu déformé par écrasement: l'extrémité inférieure des interépineux de la dorsale est séparée des sommets des neurapophyses correspondantes; la forme du corps serait donc un peu plus élancée. Mais cette même déformation se répétant sur les trois échantillons que je connais de cette espèce, je n'ai pas cru devoir en tenir compte.

L'anale commence en arrière de la fin de la dorsale, à une distance d'environ deux vertèbres, et presque au milieu de la longueur du tronc. Elle est plus étendue que la précédente, plus basse et composée de 15 ou 16 rayons dont les derniers vont en s'écartant et s'abaissent rapidement ; elle occupe sur la ligne ventrale une longueur d'environ 9 vertèbres.

Les interépineux qui soutiennent ces deux nageoires sont robustes et courts, le premier interneural est bifide.

Les pectorales, dont la droite est bien visible sur la contre-empreinte où elle est rabattue verticalement (Pl. IX, fig. 2), comprennent 12 à 13 rayons ; elles sont étroites, acuminées, et atteignent le milieu de l'espace qui sépare les pelviennes de l'anale. On distingue un claviculaire et un hypocoracoïde longs et minces, le dernier peu dilaté.

Les pelviennes naissent sur la verticale du bord antérieur de la dorsale ; elles sont longues, composées de 8 rayons et s'étendent plus loin que les pectorales.

La caudale, peu développée, fourchue, est comprise près de cinq fois et demie dans la longueur *totale*. Elle se compose de 18 grands rayons, précédés de 5 à 7 plus courts.

Le corps et les pièces operculaires sont recouverts de grandes écailles cycloïdes, épaisses, à bord antérieur tronqué et festonné. Leur surface interne porte 3 ou 4 sillons profonds, divergeant du centre au bord antérieur ; elle est recouverte de grosses stries concentriques parallèles aux bords.

Celles de la ligne latérale, encore plus épaisses, ont une forme différente, plus haute que large, et portent un canal muqueux fortement marqué. Je compte environ 33 écailles suivant la ligne latérale et 9 suivant une ligne transversale. On distingue, le long du bord ventral et en quelques points du tronc, un certain nombre d'écailles, un peu plus petites que les autres, qui tout en ayant la même forme générale, présentent, au centre de leur face interne, un épaissement lenticulaire transparent, ayant l'aspect d'une gouttelette de résine.

Les travaux des zoologistes qui ont étudié les organes lumineux des Poissons abyssaux et, particulièrement, ceux de Brauer¹, ont montré que chez les *Myctophum*, une écaille modifiée entrait dans la constitution des photophores du tronc. Ceux-ci sont, en effet, formés, dans ce genre de Scopélidés,

1. A. BRAUER. Deutsch. Tiefseexpedition Valdivia. Bd. XV : Die Tiefseefische, pl. 1, p. 89. pl. XXX et XXXI.

par une cupule comprenant les parties ordinaires de ces sortes d'organes : pigment noir protecteur, surface réfléchrice, source lumineuse ; mais, chez eux, le condensateur — la lentille — est formé par une écaille qui recouvre la cupule et dont le centre transparent est fortement épaissi. L'examen de ces écailles chez des *Myctophum* actuels m'a permis de constater leur parfaite identité avec celles dont on vient de lire la description d'après le fossile d'Oran : la fossilisation, en conservant les écailles, a conservé également leurs épaississements qui sont de même nature qu'elles (Pl. IX, fig. 3).

En confrontant l'empreinte et la contre-empreinte de l'échantillon figuré, il m'a été possible de rétablir entièrement la disposition des photophores, qui est la suivante chez cette espèce (Fig. 1) :

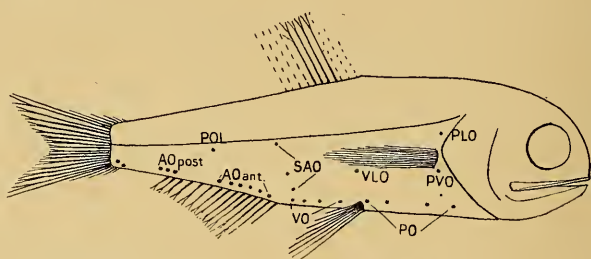


FIG. 1. — *Myctophum prolaternatum*.

1 PLO ; 1 PVO ; 4 PO (à remarquer qu'un assez grand espace séparant les deux groupes, il se pourrait qu'une cinquième PO, disparue accidentellement, ait existé dans cet intervalle) ; 1 VLO ; 4 VO à peu près au même niveau ; 3 SAO, le 3^e situé un peu au dessous de la ligne latérale ; AO divisé en deux parties : 6 AO antérieurs, 3 AO postérieurs séparés par une intervalle égal à environ 5 AO ; 2 PRC.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. — Par tous les caractères précédents, ce Poisson appartient au genre *Myctophum* RAFINESQUE et au sous-genre *Myctophum* BRAUER tels que les a circonscrits Brauer (*loc. cit.*), ce dernier sous-genre parfaitement caractérisé par la disposition des photophores, la forme et la position de la dorsale et de l'anale.

Parmi les Scopélidés fossiles décrits jusqu'à ce jour, les seuls qui appartiennent au genre *Myctophum* sont ceux du Pléisto-

1. J'ai adopté, dans ce travail, la classification de Brauer (*loc. cit.*), pour le genre *Myctophum*, et sa notation en ce qui concerne les photophores.

cène de Tarente et de Nardo décrits par Bassani¹. Tous sont rapportés à des espèces méditerranéennes actuelles (*M. caninianum* CUV. VAL, *Rafinesquei* COCCO, *Rissoi* COCCO, *M. sp.*). Encore, le professeur Bassani ne donne-t-il ces identifications qu'avec doute, car ses échantillons — privés d'écaillés — manquent des photophores caractéristiques.

Comparé aux espèces actuelles, le *Myctophum* d'Oran montre qu'il n'a rien de commun avec les espèces méditerranéennes, mais par contre qu'il possède des rapports très étroits avec le *M. laternatum* GARMAN².

En ce qui concerne leurs photophores, dont la disposition générale est identique, ces deux Poissons ne diffèrent que par :

- 1° L'absence chez le fossile de PVO antérieure et d'une 5^e PO ;
- 2° SAO³ et POL situés au dessous de la ligne latérale.

La première de ces différences peut s'expliquer ainsi que je l'ai fait remarquer déjà, par un accident de fossilisation.

On peut d'autre part noter :

- 3° La taille plus forte de l'espèce fossile : *M. laternatum* ne dépassant pas 22 mm. de long.
- 4° Sa forme moins allongée³ et son profil antérieur plus obtus.
- 5° Son anale un peu plus reculée et plus éloignée de la fin de la dorsale.

Tous leurs autres caractères ainsi qu'on peut en juger par le tableau ci-dessous coïncident, jusqu'à la faible dilatation de l'extrémité postérieure du maxillaire, qui est plutôt ordinairement fortement spatulé chez les espèces du sous-genre *Myctophum*.

	D	A	P	V	C	Ligne latérale
<i>M. laternatum</i> ...	11-12	15-16	10-11	8	20	32 à 34
<i>M. prolaternatum</i> .	11 ou 12	15 ou 16	12 ou 13	8	18	33

Les différences que j'ai signalées sont bien faibles, si l'on considère que les principaux caractères différentiels des espèces sont donnés par les photophores et qu'à cet égard aucune espèce vivante n'est aussi proche du *M. laternatum* que le fossile sahélien.

CONCLUSIONS. — Il est intéressant de noter que *M. laternatum* est une espèce à grande aire de dispersion qui se rencontre dans le Pacifique, sur les côtes de Californie et de l'Amérique

1. BASSANI, *Loc. cit.*

2. GARMAN, Reports on an Exploration of the West Coasts of Mexico, XXVI, The Fishes. *Mém. of the Museum at Harvard*. College Cambridge, 1899.

3. Voir note 1, page 234.

centrale; dans l'Océan Indien entre le Golfe du Bengale, Ceylan, Sumatra, les Chagos, Zanzibar, les Seychelles et le Golfe d'Aden; dans l'Atlantique sur la côte ouest d'Afrique du Golfe de Guinée au Maroc¹.

Cette dispersion dans l'espace indique une espèce stable, à variations lentes, et peu sensible aux différences de milieu; elle permet de comprendre la faible variation dans le temps, de cette forme, et d'expliquer la présence, dans la Méditerranée miocène, d'un ancêtre à peine différent de son représentant actuel.

Ce fait n'est d'ailleurs pas isolé; je connais d'autres exemples de Poissons sahéliens presque identiques à des formes vivantes largement distribuées, qui contribuent à montrer que l'origine d'une partie, au moins, de notre faune ichthyologique actuelle doit être reculée dans le temps beaucoup plus qu'on ne tendrait à l'admettre jusqu'ici.

J'aurai, plus tard, l'occasion de revenir sur ces questions.

Le *Myctophum* d'Oran n'est pas la seule espèce du genre qui ait été recueillie dans les dépôts miocènes; j'ai pu examiner les Poissons de Licata décrits par Sauvage², et conservés dans la galerie de Paléontologie du Muséum national d'Histoire naturelle, et je me suis assuré que tous les Poissons attribués aux genres de Cyprinidés: *Leuciscus*, *Aspius*, *Rhodeus*, sont des Scopélidés dont la plupart possèdent — outre d'autres caractères — des photophores encore très reconnaissables et appartiennent au genre *Myctophum*.

Quelques auteurs italiens: Capellini³, de Bosniaski⁴, Bonomi⁵, ont, à la suite de Sauvage, signalé ou décrit des « Cyprinidés » mélangés à des Poissons marins dans des dépôts du Miocène supérieur. Il est probable que ces Poissons sont aussi, au moins en partie, des *Myctophum*.

Enfin, je connais des Poissons du même genre en divers points du département d'Oran dans des couches synchroniques de celles de Raz el Aïn

Il semble donc que ce groupe a joué un rôle particulièrement important dans la faune ichthyologique du bassin occidental de la Méditerranée, à l'époque du Miocène supérieur.

1. VOIR BRAUER, *loc. cit.*

2. SAUVAGE. Poissons fossiles d'Oran et de Licata (Sicile). *Bibliothèque de l'École des Hautes études*. T. VIII, 1873.

3. G. CAPELLINI. *Mém. R. Accad. Lincei*, vol. II 1878.

4. BOSNIASKI. *Alli. soc. Tosc. Sci. nat. Proc. verb.*

5. I. BONOMI. *Rivista Ital. Paléont.* vol. II, 1896.

Enfin, sans vouloir aborder ici la question des conditions dans lesquelles se sont déposées ces couches à *Myctophum*, je ferai observer en terminant que :

1° Ces Poissons sont mélangés dans la plupart de leurs gisements à des espèces franchement littorales : Clupéidés (Aloses), Gobiidés, Sparidés, Blenniidés etc. C'est par exemple le cas pour Oran et ses environs.

2° Leurs gisements eux-mêmes sont principalement des tripolis à Diatomées (Licata, Oran, Toscane).

3° Ces dépôts ne paraissent pas s'être formés très loin d'une côte, car on y rencontre parfois des traces végétales : c'est le cas de Gabbro en Toscane et de Saint-Denis-du-Sig près d'Oran, où j'ai même rencontré, dans ce dernier gisement, une empreinte de plume d'Oiseau.

4° Les *Myctophum* sont des espèces bathypélagiques, sujettes par conséquent, en ce qui concerne leur habitat, à des oscillations dans le sens vertical, notamment la nuit, où ils remontent des profondeurs vers la surface. Leur mélange à des formes littorales a donc pu s'effectuer sous l'influence de courants les ayant entraînés au moment de leur montée, vers les côtes près desquelles se déposaient les sédiments qui renferment aujourd'hui leurs débris.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IX

Myctophum prolaternatum.

FIG. 1 et 2. Empreinte et contre-empreinte du même individu. — Grand. nat.
 FIG. 3. Photophores antérieurs de la région anale (AO ant.). — $\times 6$.

FAUNE MARINE CONTEMPORAINE EN ALGÉRIE
DE LA LIGNE DE RIVAGE DE 148 MÈTRES

PAR LE GÉNÉRAL de Lamothe ¹

Dans mon mémoire sur les lignes de rivage du sahel d'Alger ², j'ai donné des listes de Mollusques provenant des différents niveaux définis dans ce mémoire ; mais ces listes très étendues pour les deux niveaux les moins élevés (18 et 30 m.), sont très restreintes pour les autres ; dans celui de 148 m. en particulier, je n'ai signalé que 11 espèces.

Depuis cette époque notre confrère, M. Doumergue, a recueilli sur l'arête du djebel Hadjeret, un certain nombre de Mollusques, qu'il a bien voulu me communiquer, et qui ont été examinés par M. Dautzenberg ³. Ces Mollusques ont été extraits de poudingues situés à l'extrémité occidentale de l'arête vers 115-120 m., par conséquent à une altitude inférieure de 10-15 m. à celle des dépôts explorés antérieurement. Mais il n'est pas douteux que tous les lambeaux de poudingues qui jalonnent l'arête à des altitudes croissantes vers l'Est où ils se terminent à une cote voisine de 140, ont fait autrefois partie d'une même nappe qui s'appuyait à l'Est au djebel Souiguia (152 m.) et plongeait vers l'Ouest. Il est très probable, en outre, d'après l'aspect du terrain que cette hauteur formait vers la fin du niveau de 148 m., un îlot beaucoup plus étendu vers le Nord, et rattaché au continent vers le Sud, par un seuil sous-marin peu profond. Pendant les époques suivantes, l'isolement de l'îlot a cessé du côté sud, tandis qu'au Nord les falaises qui le limitaient, reculaient peu à peu sous l'action de la mer. On verra plus loin l'intérêt de cette observation.

En réunissant les espèces trouvées par M. Doumergue à celles déjà citées, j'ai pu dresser la liste ci-dessous qui comprend 45 espèces. La plupart proviennent du djebel Hadjeret ; celles trouvées dans d'autres localités sont accompagnées d'une mention spéciale.

1. Note présentée à la séance du 20 décembre 1920.

2. Général DE LAMOTHE. *Mém. Soc. géol. de France*, I, n° 6, 1911, p. 287.

3. Cet examen commencé en 1914 a été interrompu par les événements. — Au sujet du djebel Hadjeret, voir p. 187 du mémoire précité. — Consulter aussi les feuilles 129 et 154 de la *Carte géologique de l'Algérie*.

- Gadinia Garnoti* PAYR.
Donovania minima MTG. var.
turritellata DESH.
Marginella miliaria L. = *M.*
miliacea LK.
Nassa mutabilis L.
? *Nassa incrassata* STRÖM. (en
mauvais état, décortiquée).
Murex trunculus L.
Purpura hæmastoma L. Plateau
de Baïnen près Alger dans un
bloc vers 120 m.¹.
Cerithium vulgatum BRUG.
Bitium reticulatum DA COSTA.
Bitium lacteum PHIL.
Littorina neritoides L.
Alvania Montagu PAYR.
Alvania cimex L.
Eulima polita L.
Phasianella pullus L.
Astrarium rugosum L.
Trochus zizyphinus L.
Gibbula umbilicaris L.
Trochocochlea turbinata BORN.
Fissurella (Glyphis) mamillata
Risso = *reticulata* DONOVAN
(non L.) = *græca* (auct. non L.).
Fissurella (Glyphis) italica DEFR.
(exemplaire de 65 mm. sur 40).
Dentalium vulgare DA COSTA.
Anomia ephippium L.
Pecten Jacobæus L., trouvé éga-
lement à Ben Darna près Alger.
- Pecten maximus* L.
Chlamys varia L.
Chlamys opercularis L., signalé
seulement dans les poudingues
de Bellefontaine près Alger.
Modiola adriatica LK., versant
sud du Sahel d'Alger.
Arca barbata L. (à 135 m. d'alti-
tude).
Arca diluvii LK. = *A. Polii*
MAYER.
Pectunculus cor LK. = *P. in-*
subricus BROCCHI = *violaces-*
cens LK., signalé seulement à
Bellefontaine.
Pectunculus pilosus L.
Nucula nucleus L.
Lembulus pella L.
Woodia digitaria L.
Cardium papillosum POLI (dé-
cortiqué).
Cardium tuberculatum L.
Cardium edule L.
Chama gryphoides L.
Venus casina L. (à 135 m. d'al-
titude).
Venus gallina L.
Venus verrucosa L. (très décor-
tiquée), signalée seulement à
Bellefontaine.
Venerupis irus L.
Donax trunculus L.
Loripes Desmaresti PAYR.

Je n'ai pas cru devoir comprendre dans cette liste *Pecten scabrellus* LK. et *Amussium cristatum* BRONN, signalés dans les poudingues de Bellefontaine ; il est très possible, en effet, comme je l'ai fait remarquer dans le mémoire précité, que les exemplaires trouvés, proviennent par remaniement du Pliocène ancien ou du Sahélien, et dans ces conditions il me paraît préférable de les éliminer au moins provisoirement.

Bien que les 45 espèces signalées vivent toutes actuellement sur les côtes algériennes, et même dans la plus grande partie de la Méditerranée, il ne faudrait pas en conclure que la faune du

1. Dans le mémoire précité, p. 287, cette espèce a été indiquée par erreur comme trouvée à l'altitude de 104 mètres.

niveau de 148 m. ne renfermait aucune espèce émigrée ou éteinte, et que notamment *Conus testudinarius* HWASS et *Strombus bubonius* LK., si abondants à Arzew et à Monastir (niveau de 18 et de 30 m.) n'existaient pas dans la Méditerranée à cette époque. Les dépôts de cet âge sont très disséminés, et en raison de leur altitude et de leur situation sur des côtes escarpées, n'ont été qu'exceptionnellement l'objet d'une exploitation, même partielle, permettant d'étudier leur faune. En ce qui concerne plus particulièrement les deux espèces ci-dessus, je ferai remarquer qu'elles sont toutes deux littorales, mais qu'à cause de leur poids et de leur volume, elles ne peuvent vivre l'une et l'autre que sur des côtes à l'abri du ressac, rocheuses pour la première, sablonneuses pour la deuxième ; or, comme on l'a vu plus haut, l'îlot du djebel Souiguia, devait, à l'époque du niveau de 148 m., être battu sur tout son pourtour par les vagues de tempête, dont la violence est extrême dans tout le golfe de Mostaganem, et, d'autre part, les grès et marnes qui le constituent ne résistent pas à l'action des flots. Il n'est pas surprenant que dans ces conditions ni le Cône, ni le Strombe n'aient pu y vivre.

Mais je suis convaincu que des recherches ultérieures, sur des points convenablement choisis, feront découvrir à des altitudes égales ou même supérieures à celle du djebel Hadjeret des traces de ces deux espèces. A l'appui de cette assertion, je rappellerai que j'ai signalé l'existence d'un grand Cône près d'Oran, dans des poudingues appartenant au niveau de 200 mètres¹ ; les exemplaires recueillis étaient, il est vrai, à l'état de moules internes, mais l'examen d'empreintes assez nettes du sommet de la spire autorise à admettre que ce Cône était très voisin de *Conus testudinarius*. D'ailleurs certains exemplaires de ce dernier, recueillis à Arzew et à Monastir paraissent concorder avec l'une au moins des variétés rapportées par Sacco à *Conus Mercatii* BROCC. du Pliocène italien. Quant à *Strombus bubonius* j'ai cité quelques faits qui semblent également indiquer l'existence de cette espèce dans la Méditerranée à l'époque du Pliocène ancien².

Bien que cette note ait pour objet la faune du niveau de 148 m., je crois devoir la terminer en signalant une découverte intéressante faite en 1913 dans les couches de Karouby, près d'Oran. En 1911, en me basant sur l'altitude et la situation topographique de ces couches, je les avais attribuées au niveau de 103 m., bien que

1. Mémoire précité, p. 184 et 236.

2. Voir au sujet de la présence de ce Strombe dans le niveau de 103 m. : GIGNOUX, Les formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du Sud et de la Sicile, 1913, p. 224.

la liste des espèces établies par Bleicher, renfermât quatre espèces éteintes ¹. J'avais fait remarquer pour justifier cette attribution, que la détermination spécifique de ces quatre espèces soulevait des doutes, et qu'en particulier *Rissoa Lachesi* BAST., qui est une espèce du Bordelais, pouvait fort bien avoir été confondue avec *Rissoa radiata* PML., espèce encore vivante dans la Méditerranée. Or, parmi les Mollusques extraits du puits Saint-Joseph très voisin de celui de Karouby, et communiqués par M. Doumergue, figurent précisément un *Rissoa* qu'en raison de son parfait état de conservation, M. Dautzenberg a pu, sans aucune hésitation, identifier avec *Rissoa radiata*. Cette découverte supprime la plus sérieuse objection que l'on pouvait invoquer contre l'âge relativement récent des couches de Karouby.

NOUVEAUX GISEMENTS DE CIPOLIN
DANS LE NORD DU DÉPARTEMENT DU PUY-DE-DÔME

PAR G. Garde ².

Jusqu'à présent l'on ne connaissait que deux gisements de calcaire cipolin dans le N du département du Puy-de-Dôme, l'un près du bourg de Moureuille et l'autre à côté du village du Poirier, et qui avaient été décrits par M. De Launay³. Je vais en signaler trois nouveaux, dans la même région, aux Pignons et aux Bruyères dans la commune de Servant et à Malmouche dans celle de Menat.

Ces cinq gisements (fig. 1) se trouvent dans le quart NW de la feuille de Gannat (n° 157). Ils sont tous intercalés au milieu des roches cristallophylliennes dont ils possèdent l'orientation et l'inclinaison.

Le gisement de cipolin des Pignons est situé à 600 m. environ au S de ce village et à une centaine de mètres à l'E du chemin qui va de celui-ci au moulin des Bois.

Très mince à son extrémité méridionale, par laquelle on a commencé à l'exploiter pour la fabrication de la chaux, la masse calcaire va en s'élargissant, à la manière d'une lentille, et à une

1. Mémoire précité, p. 232 et 233.

2. Note présentée à la séance du 20 décembre 1920.

3. L. DE LAUNAY. Sur un nouveau gisement de cipolin dans les terrains archéens du Plateau Central. *CR. Ac. Sc.*, t. 120, 1895.

trentaine de mètres de son origine, dans la carrière qui l'entaille jusqu'à une profondeur de 6 à 7 m., elle présente un front de 8 à 10 m. de large.

Dans l'état actuel de l'exploitation, cette formation est constituée par trois bancs de calcaire ayant respectivement 2 m., 3 m. et 3 m., que séparent deux couches de micaschiste de 1 m. et de 0 m. 20 environ.

Les cipolins des Pignons sont constitués par de fines bandes, de quelques millimètres d'épaisseur, alternativement blanchâtres et grisâtres. Les premières sont presque uniquement formées par des cristaux irréguliers de calcite enchevêtrés les uns dans les autres, et les secondes résultent d'une association de cristaux de calcite, de lamelles incolores de mica, allongées suivant le plan de schistosité de la roche, et de petites mouches très irrégulières de pyrite plus ou moins altérée.

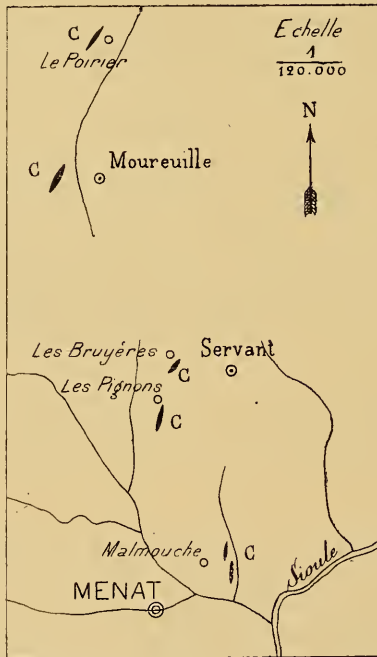


FIG. 1. — Carte des GISEMENTS DE CIPOLIN du Nord du département du Puy-de-Dôme.
C, cipolin.

Aux Pignons, les feuillets de micaschiste et les bancs de cipolin sont sensiblement orientés NS et ils plongent à peu près régulièrement vers l'W d'environ 60°.

Le gisement de cipolin des Bruyères — dont la fouille a été comblée — se trouve à 150 m. environ au S de cette ferme. La formation calcaire est intercalée dans les micaschistes, et ses bancs, comme les feuillets de la roche encaissante, plongent vers le NW.

Les cipolins de Malmouche affleurent presque au fond du valon, de direction NS, qui existe à 500 m. environ à l'E de ce village. Ils forment une masse de 5 à 6 m. d'épaisseur que de minces lits de micaschiste divisent en plusieurs bancs. Dans ce gisement, les bandes à calcite, mica et pyrite sont bien plus largement développées que celles à calcite seule.

Cette formation calcaire, comme les roches cristallophylliennes au milieu desquelles elle est incluse, plonge de près de 60° vers l'W.

A 200 m. environ au NW de ce dernier gisement, à mi-côte, il existe un autre affleurement de cipolin en tout semblable au premier.

Dans les trois gisements nouveaux que je viens de signaler, les cipolins se présentent avec les caractères connus que possèdent ces formations calcaires. Il serait superflu de les décrire.

SUR UN ECHINIDE NOUVEAU
DU MONTIEN DES ENVIRONS DE PARIS

PAR J. Lambert¹.

PLANCHE X.

M. G. Dollfus vient de rencontrer dans une carrière récemment ouverte près de Meulan, pour l'exploitation du calcaire dit Pisolithique, une très intéressante espèce nouvelle d'*Echinanthus* que je suis heureux de dédier au savant géologue parisien. Le Montien de Meulan avait été autrefois mis à découvert lors de l'établissement de la ligne du chemin de fer, mais à cette époque je n'y avais rencontré aucun Échinide. Ce dépôt de Meulan est géographiquement intermédiaire entre ceux de Montainville et de Vigny ; il a été signalé et décrit dans le compte rendu de l'excursion de la Société géologique à Vigny et à Meulan² le 17 mars 1912. C'est un calcaire suboolithique qui rappelle surtout la roche jadis exploitée à Montainville³.

ECHINANTHUS DOLLFUSI

Grande espèce renflée, mesurant 72 mm. de longueur sur 64 de largeur et 42 de hauteur, un peu rétrécie et arrondie en avant, plus dilatée, subpolygonale et légèrement échancrée en arrière, ayant son apex nettement excentrique en avant et sa plus grande largeur vers les deux tiers de la longueur. Face supérieure subhémisphérique, ayant sa plus grande hauteur vers l'apex et présentant en arrière trois légers renflements qui correspondent aux moitiés postérieures des aires 2 et 8 et au milieu de l'aire 10⁴. Face inférieure à bords largement arrondis, déprimée vers le péristome, qui est fortement excentrique en avant. Face postérieure un peu rentrante, fuyante, presque réduite à l'aréa déprimée qui existe au dessous du périprocte ; ce dernier

1. Note présentée à la séance du 20 décembre 1920 (*CR. somm.*, 1920, p. 131).

2. *Bull. Soc. géol. de Fr.*, (4), XII, p. 658, 1912.

3. Voir au sujet du gisement de Meulan pour la partie stratigraphique la note de M. G. Dollfus au *Compte rendu somm. S. G. F.*, 1920, n° 12, p. 130, et ma note préliminaire sur l'*Echinanthus* de Meulan : *op. cit.*, p. 131.

4. J'emploie ici pour désigner les dix aires composant le test d'un Échinide la numération adoptée par M. Douvillé dans ses cours. Les chiffres impairs correspondent aux ambulacres et les pairs aux interambulacres. Chaque aire est comptée, comme dans la numération de Loven, de gauche à droite sur la face externe du péristome.

étroit, très allongé, s'ouvre à moitié de la hauteur du test et échancré légèrement l'ambitus. Apex monobasal à quatre pores génitaux. Pétales médiocres, subégaux, à fleur du test, proportionnellement étroits, ouverts, composés de zones porifères étroites, un peu déprimées, à pores inégaux, conjugués, disposés par zygo-pores rapprochés : zones interporifères portant les mêmes tubercules que le reste du test. Péristome pentagonal, entouré de bourrelets peu saillants et de phyllodes distincts, mais peu développés. Tubercules petits, scrobiculés, assez serrés, épars, uniformément répartis sur tout le test ; granules intermédiaires très fins ; pas de zone sternale.

Un individu encore jeune, à la taille de 31 mm. de longueur et de 28 de largeur, est beaucoup moins renflé et n'a que 16 mm. de hauteur ; son péristome est pentagonal à floscelle encore rudimentaire ; son périprocte simplement ovale ne domine pas d'aréa postérieure distincte ; ses pétales plus droits sont plus étroits et plus ouverts.

Ce jeune, en nous permettant d'observer les modifications importantes que l'âge fait subir à un *Echinanthus*, présente un intérêt particulier. Il nous montre que la largeur des pétales, leur forme plus ouverte, le développement du floscelle, l'allongement du périprocte, même le renflement général du test sont pour un *Echinanthus* des caractères de relatif perfectionnement, qui doivent également être en rapport avec l'âge géologique des espèces. Il nous montre aussi que la position du périprocte chez un *Echinanthus* est un caractère secondaire, obtenu par voie de régression. Très vite, chez le jeune, le périprocte s'éloigne de l'apex pour gagner l'ambitus ; puis avec l'âge ce périprocte s'allonge et se relève, par suite évidemment du développement plus rapide en dessous qu'en dessus des plaques de l'aire 10. Ainsi les jeunes ont leur périprocte plus bas que les adultes et les espèces les plus anciennes, comme *E. subrotundus* ont leur périprocte plus bas que les espèces de l'Éocène supérieur, comme *E. elegans*, ou de l'Oligocène, comme *E. Badinski*¹.

Par sa forme générale *E. Dollfusi* rappellerait celle des très gros et rares *Echinolampas Blainvillei* AGASSIZ de l'Oligocène (Stampien) de la Gironde, mais les différences génériques s'opposent à tout rapprochement entre eux. On peut relever une plus étroite ressemblance entre notre *Echinanthus* et l'*E. Desmoulinsi* DELBOS (*Pygorhynchus*) du Bartonien du Bordelais, à

1. Il importe d'ailleurs de ne comparer entre elles à ce point de vue que des espèces de mêmes zones marines et de même faciès, en raison de l'influence qu'exerce, notamment sur le développement des pétales, l'adaptation à la vie bathyale.

périprocte très allongé et pétales subégaux ; mais chez ce dernier ces pétales sont bien plus larges et tendent davantage à se fermer, le floscelle est beaucoup plus développé et il y a tendance en dessus à la formation d'une carène postérieure.

Le seul *Echinanthus* connu du Montien franco-belge est *E. Corneti* COTTEAU, également à pétales étroits et ouverts, mais légèrement renflés et inégaux. La forme générale déclive et déprimée en arrière du *E. Corneti* est d'ailleurs très différente de celle du *E. Dollfusi* ; son périprocte ovale beaucoup plus petit surmontant une aréa canaliforme ne permet pas davantage de confondre les deux espèces. On ne peut même pas comparer utilement l'espèce belge avec le jeune du *E. Dollfusi* car l'*E. Corneti* avec sa taille de $53 \times 50 \times 15$ n'est plus un jeune. Les *Echinanthus* du calcaire à Miliolites des Pyrénées, selon moi de même âge montien, avec leur périprocte ouvert très bas, ne peuvent guère être comparés qu'au jeune du *E. Dollfusi*, mais eux non plus ne sont pas des jeunes et *E. subrotundus* COTTEAU (*Pygorhynchus*) a son apex subcentral, des pétales bien plus longs, un floscelle relativement plus développé, *E. Cotteaui* HÉBERT, a son péristome plus largement pentagonal ; ses pétales sont moins étroits, moins courts et moins ouverts.

La découverte de M. G. Dollfus porte à dix le nombre des Échinides aujourd'hui connus du Montien des environs de Paris. Elle apporte à la solution de la question d'âge du Montien un argument paléontologique important.

On sait en effet que le genre *Echinanthus* est exclusivement tertiaire. Or les affinités de l'*E. Dollfusi* s'établissant surtout avec des formes de l'Éocène supérieur (Bartonien) de la Gironde ; les couches qui le renferment ne peuvent être attribuées au Crétacé. Notre espèce vient donc confirmer l'opinion émise par moi en 1907, à savoir que le Montien est un étage tertiaire, aussi distinct du Danien que du Thanétien¹. Elle confirme aussi les synchronismes proposés dans le tableau publié à la suite de mon étude sur les Échinides de la Haute-Garonne². Ma manière de voir avait d'ailleurs reçu depuis la sanction des observations nouvelles et si précises de M. G. Dollfus³.

De la thèse adverse je ne retiens que le principe de la nécessité de comparer entre elles seulement des faunes de même faciès. Mais c'est précisément ce que je fais quand je compare Montainville, Vigny, Vertus et Mons, dont les rapports à la

1. Note sur les Échinides du Calcaire pisolithique. A. F. A. S. Congrès de Reims, p. 281 et suiv.

2. B. S. G. F., (4), VIII, p. 374.

3. B. S. G. F., (4), XII, p. 661-1912.

fois pétrographiques et paléontologiques sont tels qu'ils impliquent une unité de dépôt et d'âge.

Au point de vue paléontologique on a voulu revenir sur cette idée que le Pisolithique contenait des espèces crétacées¹. C'est là une simple légende. Schlüter a prouvé que le *Cidaris Forchammeri* DESOR, dont le type est de Vigny², n'a jamais été rencontré à Faxö ni en Danemark. Les indications contraires du *Catalogue raisonné* et du *Synopsis* sont évidemment le résultat de confusions commises par Desor à son retour du voyage de 1846, en Danemark et à Paris. L'espèce baltique de Faxö, conclut Schlüter, est le *Temnocidaris danica*; quant au *Cidaris* du Pisolithique de France, il doit retenir le nom de *Cidaris Forchammeri*³. Par contre le *Nautilus danicus* n'a jamais été rencontré dans le Montien franco-belge. Les seules espèces crétacées, citées à ce niveau par les auteurs, sont de la base du gisement perdu de Montereau et du Sénonien supérieur, non du Montien. On a cité il est vrai dans le Pisolithique une espèce de la Craie, *Ostrea vesicularis*, mais on la cite à Vigny sur un point où des glissements postérieurs sont venus mélanger des blocs de craie au calcaire montien. Ce fait isolé n'est pas concluant.

Pour faire du Montien un équivalent latéral de la Craie, un simple faciès récifal et oolithique, il faudrait d'abord supprimer les couches supérieures de cet étage, puisque les calcaires granuleux supérieurs de Montainville sont sans Polypiers, mais renferment encore *Cassidulus Bervillei* des couches oolithiques moyennes. D'ailleurs, si le Montien renferme quelques Polypiers, ceux-ci n'y constituent pas de récifs. C'est faire un véritable abus de la théorie des récifs que considérer comme tels tous les dépôts où peuvent se rencontrer quelques Polypiers. Le phénomène des récifs ne se produit que par l'accumulation de ceux-ci en barrières marines. Tels sont les amas de Polypiers du Rauracien, ou du Séquanien de l'Yonne et de la Haute-Marne, du Kimméridgien de Valfin, du Néocomien de la Puysaie, du Campanien des Corbières, etc. Mais dans le Montien les Polypiers, même assez nombreux à Montainville, n'y forment pas de récifs, pas plus que n'en forment ceux que l'on peut rencontrer dans le Calcaire grossier, ou dans l'Auversien à Grignon, à Auvers ou à Hauteville. J'ajoute que la faune échi-

1. *B. S. G. F.*, (4), XII, p. 668.

2. C'est par suite d'une erreur matérielle que dans la notice préliminaire Montainville a été indiqué au lieu de Vigny.

3. SCHLÜTER. Ueber einige baltische Kreide Echiniden. *Zeit. Deuts. geol. Gesell. Jahrg.*, 1897, p. 896.

nitique du Montien franco-belge n'a nullement le caractère d'une faune récifale.

Au point de vue stratigraphique l'erreur principale de ceux qui ont prétendu faire du Pisolithique un simple faciès de la Craie, consiste à n'avoir tenu compte que des dépôts anormaux formés dans des dépressions de la Craie, comme Vigny et Montainville. Si l'on veut étudier la stratigraphie du Montien, c'est au Mont-Aimé et au plateau de Vertus qu'il convient de l'observer, bien en place et en couches horizontales, au dessus du Sénonien et au dessous du Sparnacien. Or dans cette région le Montien ne contient guère de Polypiers. L'équivalent du Montien oolithique, nous le connaissons : c'est le Calcaire de Cuesmes ; ce n'est pas la Craie. Nous connaissons aussi l'équivalent réciforme de la Craie campanienne ; c'est le Calcaire à Hippurites ; ce n'est pas le Calcaire de Mons. Ces constatations me paraissent impossibles à concilier avec la théorie qui voudrait faire du Calcaire pisolithique un simple faciès de la Craie blanche.

Quant au Montien conservé sur quelques points, au bord d'une faille et à l'abri d'une falaise de Craie qui le domine encore aujourd'hui (Vigny, Montainville), l'étage s'y trouve dans des dénivellations de la Craie, dénudée pendant tout le Crétacé supérieur ; il y repose tantôt contre le Campanien inférieur (Montainville) ; tantôt contre le Campanien moyen (Vigny, Laversines). Mais normalement, dans le bassin de Paris, le Montien repose sur la plus récente couche de Craie, le Campanien à *Magas pumilus* (Meudon, Vertus). Ce même Montien, avec à peu près les mêmes caractères minéralogiques et paléontologiques, repose à Mons sur le Maestrichtien (poudingue de la Malogne), plus récent que la Craie de Cibly et les couches à *Pachydiscus colligatus* de Kunraad. Stratigraphiquement supérieur soit au Campanien, soit même au Maestrichtien, le Calcaire dit pisolithique ne peut donc être considéré comme un simple faciès du premier.

En résumé le Montien est bien un étage distinct, plus récent que le Danien-Garumnien, j'ajoute un étage tertiaire, inférieur au Thanétien. Loin d'infirmier cette manière de voir, *Echinanthus Dollfusi* la confirme en lui apportant un nouvel argument paléontologique.

EXPLICATION DE LA PLANCHE X

- FIG. 1. **Echinanthus Dollfusi** LAMBERT, adulte, vu en dessus.
 — 2. Le même, vu en dessous.
 — 3. Le même, vu par derrière.
 — 4. Individu jeune de la même espèce, vu en dessus.
 — 5. Le même, vu en dessous.
 — 6. Le même, vu par derrière.

LES BAUXITES TRIASIQUES DE LA CATALOGNE

PAR

M. Faura i Sans et J. R. Bataller Calatayud¹.

HISTORIQUE. — La bauxite n'est pas seulement utile pour obtenir de l'aluminium métallique ; elle sert aussi comme argile réfractaire, et est employée à préparer l'alun et le sulfate d'aluminium, etc.

De nombreux lits ont été exploités dans différentes formations géologiques aussitôt que M. Berthier, en 1821 eut découvert le gisement français de Baux, en Provence.

En Catalogne, J. Almera reconnut la bauxite il y a une vingtaine d'années, à Marmellá, en préparant la 3^e feuille de la « *Mapa Geologic de la provincia de Barcelona* » (échelle : 1/40000)². Il la trouva sur le chemin qui va du torrent de Torrellas à celui de Marmellá, au moulin de la maison Morgades à Roca de Vidal. Au dessous de ce dernier, nous pûmes récemment la reconnaître. Elle y forme un petit gîte faillé entre des couches de calcaires dolomitiques du Crétacé, à pisolithes relativement abondantes ; cependant on ne peut l'utiliser industriellement parce qu'elle est en trop petite quantité et impure.

Un peu avant la guerre on nous a présenté des échantillons de bauxite rougeâtre, compacte, abondante, en pisolithes recueillis, paraît-il, dans le bassin métallieur du Segre. Leur aspect nous a donné à conclure qu'ils proviennent des plis méridionaux de la chaîne du Cadi.

Dernièrement de nouveaux gisements industriels où le minéral est très abondant ont été découverts en différents points isolés dans la sierra de la Llacuna (province de Barcelone). En 1913, avant la découverte de la bauxite dans la région catalane, on désigna sous le nom de *bocçita* (beaucoup de mines de bauxite ont cette appellation) une mine de fer située à Monton, près Montori, du terme de Mediona ; elle a 125 hectares, et ne fut pas utilisée pour sa bauxite. Le géologue Rodolf Goetz-Philippi, qui demeurait en Espagne, et connaissait parfaitement les gisements classiques de bauxite exploitables, a découvert aussi différentes formations de bauxite dans la Catalogne. La première trouvaille importante fut d'après M. Juan Urrutia³, celle de 1917.

Un peu plus tard *Iberica*⁴ s'occupa aussi des gisements. Cette découverte se rapporte aux travaux de Calderon, à la communication

1. Note présentée à la séance du 19 avril 1920.

2. ALMERA (G.). Mapa geológico y topográfico de la provincia de Barcelona. Region tercera, o del río Foix y la Llacuna. — 1/40000. 1900.

3. URRUTIA (JUAN). La Energia hidro-electrica de España y sus aplicaciones. *Revista Minera*. 16 fevr. de 1917.

4. Criaderos de bauxita en Cataluña : *Iberica*, vol. VII, n. 179, p. 355, 1917.

antérieure de la *Revista Minera* et à celles que l'ingénieur en chef des Mines de Barcelone, M. François Fontrodona a adressées au Conseil des Mines et à l'Institut Géologique, en annonçant que la grande tache triasique, au N de Villafranca del Panadès (départ. de la Llacuna et Sainte-Marie-de-Miralles), tout près de la province de Tarragone, comprend de grands gisements de bauxite qui remplit les cavités du calcaire du Keuper, d'origine geisérienne.

La presse annonça la création d'une commission spéciale de l'*Institut Géologique d'Espagne*, et dans la *Real Sociedad Española de Historia Natural*, M. Calafat publia une note¹ reproduite dans la revue allemande *Deutsche Warte*². Tout en profitant de la description des minéraux fournie par M. Goetz Philippi et grâce aux analyses vérifiées par MM. Morin et Dubois, de Paris, déjà publiées dans la *Revista Minera*, la revue allemande donne aussi quelques détails.

L'*Institució Catalana d'Historia Natural* s'occupa aussi dans sa séance de juin, de la découverte de la bauxite et M. Faura y montra quelques échantillons³. Dans une autre séance, il présenta de nouveaux échantillons de bauxite, découverts dans la sierra de la Llacuna dans la première campagne, le 12 mai 1917. Ces premières observations ne permirent pas de déterminer leur constitution et par prudence ne furent pas publiées. On procéda à un examen stratigraphique très minutieux des gîtes.

L'un de nous a publié une note⁴ sur la nature, l'origine et l'âge de formation des bauxites de la sierra de la Llacuna dans le *Butlletí de l'Institut* ; il expose la nature du minerai, ses principaux affleurements dans le monde, ses applications industrielles et donne une courte description des recherches du précieux minéral en Espagne. La bauxite semble être due à une réduction métallifère dans les couches du Keuper, par les effets de la pression, des plissements et des failles combinés avec les plis généraux de la région. L'auteur a attribué son âge au Keuper, bien qu'on ne puisse pas préciser l'horizon stratigraphique général, parce que tous les gisements sont localisés, et chacun d'eux avec des caractères particuliers. Des considérations sur la tectonique et la stratigraphie générale de la région complètent ce travail. L'observation superficielle permet d'affirmer qu'il existe plus de 100 000 tonnes de minéral utilisable.

Le second des auteurs a publié une intéressante monographie⁵ à

1. CALAFAT (J.). Sobre los nuevos yacimientos de bauxita en España. *Bol. de la Soc. de Hist. Nat.*, tom. XVII, n. 7, p. 415-418, 1917.

2. *Atalaya Alemana*, any II, n. 43, p. 3, Barcelona, 27 octobre 1917.

3. FAURA I SANS (M.). Les bauxites de la Serra de La Llacuna (communication session du 2 décembre). — *Butlletí de l'Inst. Catal. d'Hist. Nat.* Any IV, n. 8 i 9, pag. 123, 1917.

4. FAURA I SANS (M.). Naturalesa, origen y edat de formacions de les Bauxites de la Serra de la Llacuna. — *Butlletí de l'Inst. Catal. d'Hist. Nat.*, 3^e ép., vol. I (XVIII), n. 2, p. 49-55. 1918.

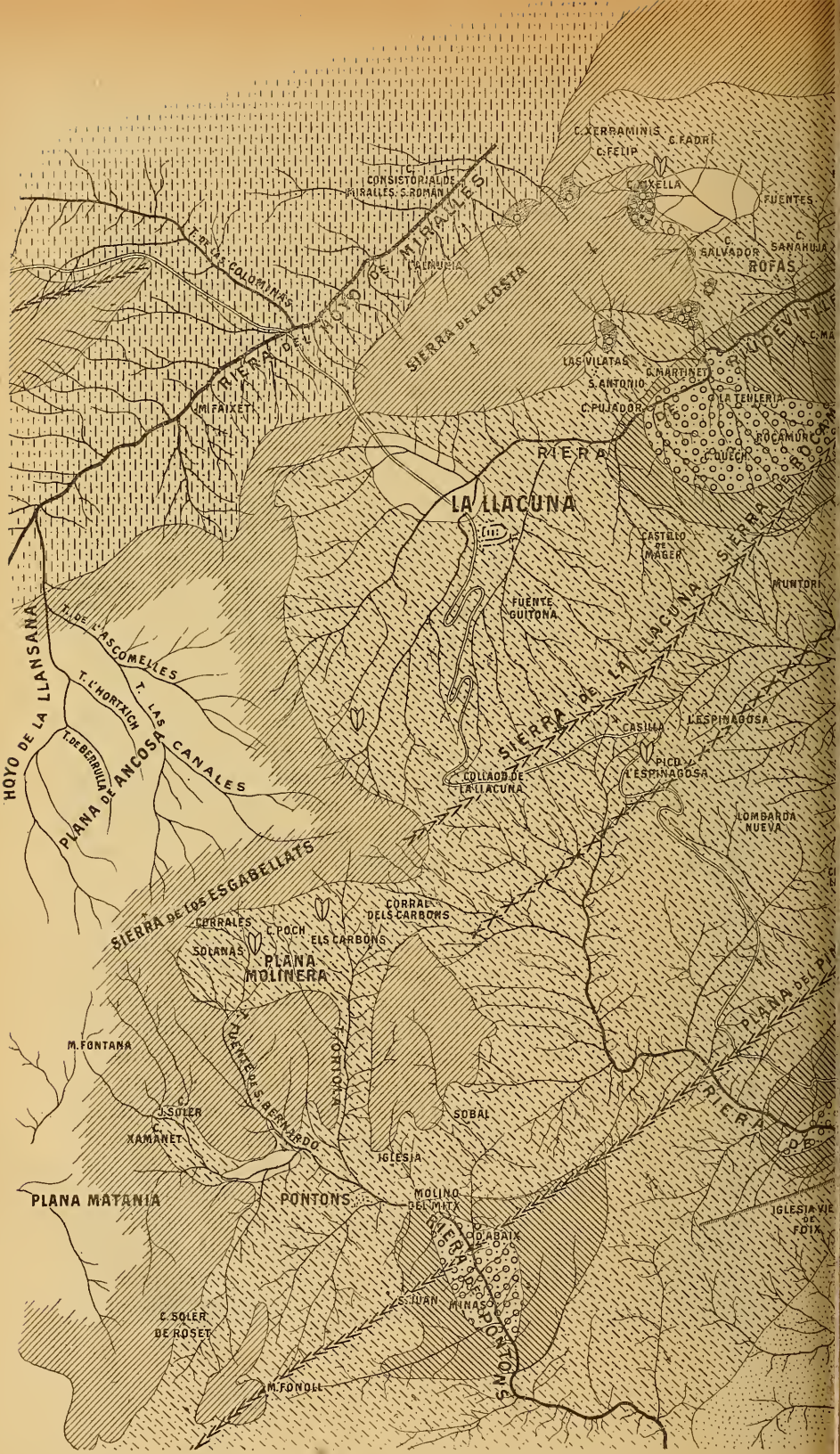
5. BATALLER CALATAYUD (JOSÉ R.). Las Bauxitas de Cataluña. — *Revista de la Real Academia de Ciencias exactas, físicas y naturales de Madrid*, t. XVII, 2^a serie (avril, mai et juin 1919).

à suite de ses explorations, qui lui permirent de réunir de nombreux échantillons.

MESOZOÏQUE.

Les formations secondaires qui composent la région forment une partie de la bande qui de l'extrême-Sud de la province de Tarragone, traverse la province de Barcelone et s'embranché par le N à cette autre formation qui de l'E à l'W, borde les Pyrénées. La mer triasique a envahi presque toute la Catalogne et cependant aujourd'hui on trouve seulement quelques affleurements isolés des terrains qu'elle y déposa, parce qu'ils ont été recouverts par les formations modernes ou ont été supprimés par la dénudation. Les étages de cette période sont tous représentés, ils ont presque partout la même composition. La base est composée de puissants bancs de conglomérats, de grains et de blocs de quartz roulés, d'une grosseur moyenne, liés par un ciment argileux rouge. Des couches micacées viennent ensuite, sablonneuses, rouges, qui quelquefois de couleur jaunâtre forment des plaques minces avec des traces de Fucoïdes. Ces sables avec leur mica et leur couleur rougeâtre ont un aspect particulier que l'on ne connaît à aucune autre formation. Au niveau moyen on trouve des calcaires d'une couleur cendrée ou jaune caractéristique, et finalement des marnes argileuses souvent sous forme d'ardoises, très faciles à reconnaître avec leurs tons rouges ou irisés. Ces marnes sont accompagnées de calcaires jaunâtres, qui passant à des dolomites, acquièrent une grande puissance.

VOSGIEN. — Formé par une psammite rouge il est cependant dans certains endroits formé par une roche blanche, ordinairement peu micacée, avec des poudingues près de San Quintin de Mediona. Sa présence est manifestée dans les endroits où les poussées orogéniques sont plus profondes. Il apparaît tout près de la Font del Bosch, traversé par la rivière de Riudevittles. Un autre affleurement en discordance avec le Muschelkalk est visible à la maison Ubach, et se continue vers l'ancienne église de Mediona. A Pontons il apparaît au pied de l'hermitage de Sant Joan, avec faille, prolongée au dessous du Mas Fonoll. Dans cette localité on trouve des lits étroits de gypse fibreux intercalés. Sur le versant N des chaînes de montagnes de Rocamur et Puigfret, il affleure à la maison Martinet, et se poursuit vers la maison Quech ; puis il apparaît près du moulin de Puigfret et se prolonge jusqu'à la maison Silvestre.



CONSISTORIAL DE
PARALLES S. ROMAN

C. XERRAMINIS C. PADRI
C. FELIP

C. XELLA

FUENTES

S. SALVADOR
S. ANTONIO
S. MARTINET
C. PUJADOR

SANAHUA
ROFAS

SIERRA DE LACOSTA

LAS VILATAS

S. ANTONIO

C. PUJADOR

LA TENERIA
ROCAMUR

LA LLACUNA

CASTILLO
DE MAGER

FUENTE
GUITONA

PUNTORI

SIERRA DE LA LLACUNA

CASILLA

LESPIGOSA

PICD
LESPIGOSA

LOMBARDA
NUEVA

COLLADO DE
LA LLACUNA

HOYO DE LA
LLANSANA

T. DE LAS COMELLES

T. L'HORTICH

T. DE BERUOLA

PLANA D'ANGOS I CANALES

SIERRA DE LOS
ESGABELLATS

CORRALES

C. POCH

ELLS CARBONS

CORRAL
DELS CARBONS

SOLANAS

PLANA
MOLINERA

M. FONTANA

C. SOLER

XAMANET

PLANA MATANIA

PONTONS

IGLESIA

SOBAL

MOLINO
DEL MITX

COABAIK

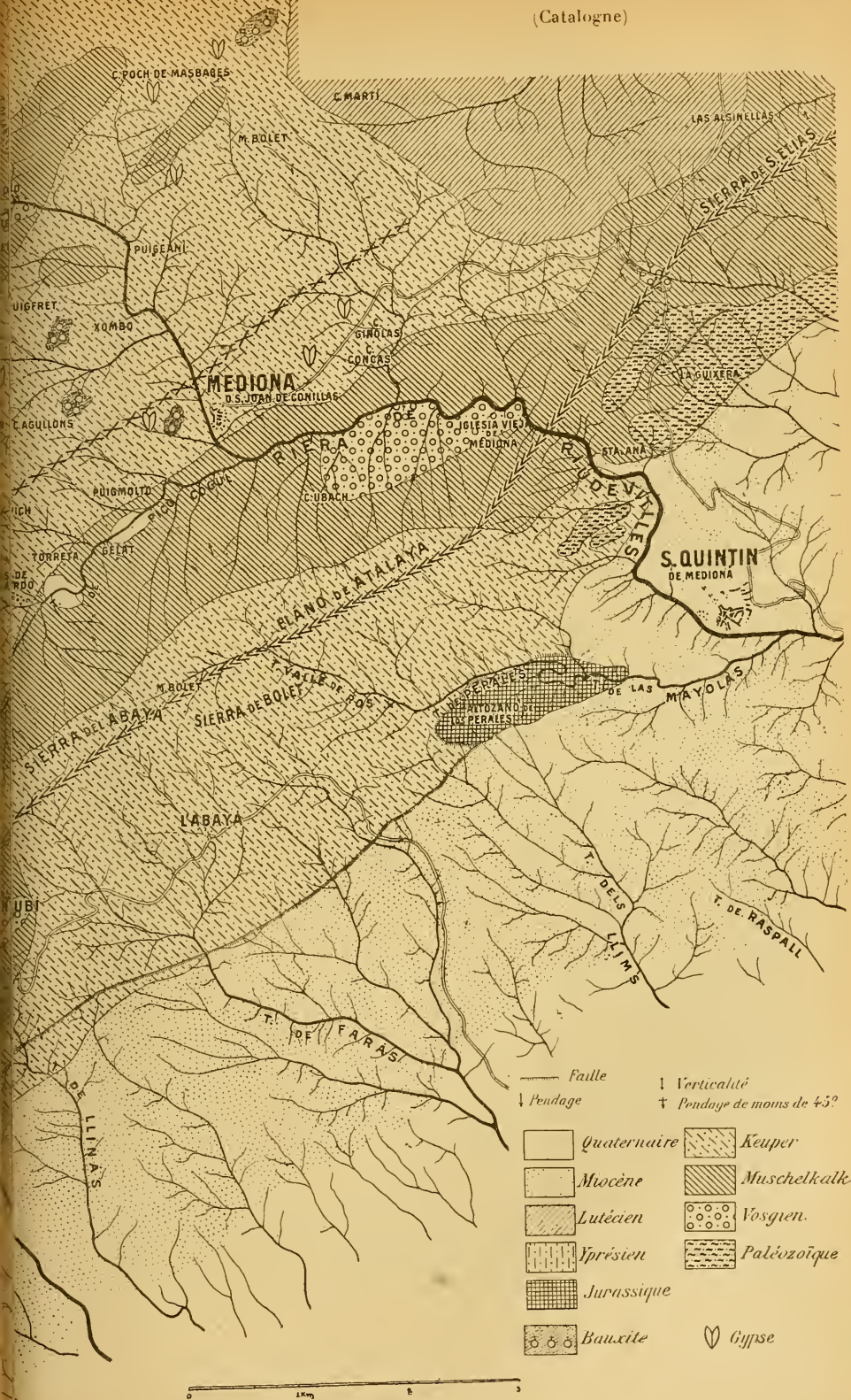
S. JUAN
MINASO

C. SOLER
DE ROSET

M. FONOLL

IGLESIA VIE
DE FOLA

FIG. 1. — Carte géologique des BAUXITES DE La Llacuhá
(Catalogne)



MUSCHELKALK. — Il est caractérisé par un calcaire compact d'une couleur bleue obscure. L'unique élément organique n'y est formé que par les *Fucoïdes*. Le Muschelkalk forme les sommets de la chaîne de montagnes de Sant Elies, et ses calcaires de l'E à l'W s'enfoncent (19° N) près de la Font del Bosch. Ensuite ils suivent le Plano de Atalaya, chaîne de montagnes de Bolet, de l'Abayá, de Fontrubí au dessus le Moli del Mitx dans le vieux chemin de Pontons vers Mas Fonoll et Valldossera et Montagut. Les mêmes calcaires, avec *Fucoïdes*, forment la chaîne de montagnes de Rocamur à Puigfret et à Masbages.

KEUPER. — Le Keuper est formé de calcaires dolomitiques de structure tabulaire, de cargneules, de marnes irisées et de gypses, d'épaisseur et d'extension variées. Dans le synclinal formé par les calcaires tabulaires à *Natica gregarea*, on trouve de puissants dépôts de gypse. Dans la Llacuna, la sédimentation des eaux séléniteuses de la Font dels Horts est arrivée à construire un pont naturel. Dans le Pla Vell, sur les Vilates, les calcaires et les cargneules en désordre forment un pli brisé, surmonté par l'Éocène. Tout près, à la maison Xixella les gypses rougeâtres apparaissent immédiatement après les marnes irisées presque verticales, du NE au SW. En sortant de Sant Joan de Conilles vers Capellades, la route suit une puissante formation de gypses des km. 3 à 4 ; viennent ensuite les cargneules aux kms 1, 2, 3, aux maisons Ginoles, Concas et S. Pere Sacarrera. Dans le chemin d'Orpinell, après Puigcani, on trouve de nouveau les gypses et les cargneules qui apparaissent près de Mediona. Sur le versant SE de Puigfret on peut faire les mêmes observations. Le Puig de la Espinagosa, qui voisine la route de la Llacuna, est probablement la région dans laquelle les gypses ont le plus de puissance. En sortant de Pontons, vers Mas Fonoll, on trouve les cargneules, jusqu'à la maison Marsal ou apparaissent les gypses qui se prolongent sur le versant N. Vers Montagut on trouve des calcaires et des cargneules avec gypses rares ; en général la stratification n'est pas si embrouillée que dans la Llacuna et Mediona. Chez Solanes les gypses réapparaissent dans Pontons, près la maison Lluquet dans la Llacuna, au pied de Castell de Mager, dans la maison Xixella.

Les gisements fossilifères du Keuper de cette région ont été examinés par Almera, qui confia leur étude au D. Wurr. Celui-ci a reconnu les espèces suivantes :

Gisement de Mas Fonoll (Pontons) : *Anaplophora* ?, *Pseudocorbula*, *Turbonilla* ?, *Euchrysalis*, *Nologyra* cf. *lavissima* KITTL., *Pecten discites* DR., *Myophoria vestita* ALB., *Gervillia substriata* CRED., *Natica gregarea* SCHOL., *Cassianella decussata* MÜNST., *Pecten* ?, *Anodontophora*., *Cryptonerita*, *Trypanostylus*.

Gisement de la Llacuna : *Bairdia*, *Avicula Bronni* var., *Avicula* sp., *Naticula gregaria* SCHOL.

A l'occasion de la découverte de ce niveau, dans la région de la Llacuna, Almera a écrit : Le massif est en grande partie formé par les dépôts triasiques occupant une surface triangulaire d'environ 160 km. avec une épaisseur en quelques endroits, supérieure à 450 mètres, formant les monts du Mediona, Font-rubi, Foix et Pontons, de Montagut vers l'W et ceux de la Llacuna et S. Magi de Brufaganya, vers le NW. Dans cette masse, l'étage inférieur où le Grès bigarré n'apparaît pas à la surface ou à simple vue, et dans une grande partie de cette même masse le Muschelkalk a été recouvert par les formations postérieures ; l'étage supérieur ou Keuper apparaît ainsi facilement.

Traversant cette masse du S vers le N ou suivant le lit du fleuve Foix, dans la partie supérieure, on trouve :

1°. Alluvions (Pontien) du Panadés, composées de marnes, de sables, d'argiles et de galets roulés.

2°. Des calcaires tabulaires, plus ou moins dolomitiques, redressés jusqu'à la verticale, formant l'abrupt rocheux du Foix, qu'on doit attribuer à l'étage moyen ou Muschelkalk.

3°. Un manteau argileux rougeâtre (variolados) gypseux, intercalé de pierres calcaires avec *Myophoria Goldfussi* MÜNST var., *M. vulgaris* SCHOL. var., *Myoconcha* sp., *Lingula tenuissima* BRONN.

4°. Des calcaires à Fucoïdes, compacts et marmoréens, d'une couleur grise, en strates brisées. Psammite rouge, qui repose en concordance de stratification sur les calcaires suivants.

5°. Des calcaires tabulaires qui passent par divers endroits et niveaux à de la dolomite avec pente vers le N. Ils constituent le plus remarquable niveau de la chaîne de Fontrubi à Mediona.

6°. Des marnes et des argiles gypseuses avec des cargneules qui forment la colline de Gargori et le niveau plus élevé du système des Fontrubi à la Llacuna. Ces marnes reposent sur des calcaires tabulaires antérieurs, qui formant un large pli synclinal, réapparaissent dans la chaîne de montagnes nommé le Haut de la Llacuna. Dans ces calcaires qui traversent la route de Vilafranca à la Llacuna, aux km. 25 et 26, on trouve une autre faune à *Natica gregarea*, *Chemnitzia* sp., *Avicula* cf. *Bronni*, etc.

Ce niveau fossilifère s'étend à toute la vallée de Sant Joan de Mediona, arrivant jusqu'à Sant Pere Sacarrera, par l'ex-

trême-E., et à la métairie de Orpinell par le côté N W., accompagné des cargneules, bien qu'il soit probable que celles-ci correspondent à un niveau plus élevé de la même formation, parallèle à celles de la métairie de Rofàs et Fontfregonà du N. de la Llacuna, qui occupe évidemment une position stratigraphique plus élevée que les formations antérieures.

Dans la vallée de San Magi de Brufaganya, c'est à dire, à environ 10 km. au NW de la Llacuna, on trouve près de la maison Rocamora, les calcaires tabulaires à *Natica gregarea*, s'enfonçant fortement (30°) vers le NW. Les argiles et cargneules gypseuses affleurent en ce point, tandis que de l'autre côté elles sont surmontées par une série de bancs plus ou moins tabulaires de calcaires blancs recouverts de zones dolomitiques d'une dureté inégale qui forment le mont Puig de las Creus et sont couronnées, à leur tour, par le calcaire nummulitique à Alvéolines (*Alveolina ovoidea* LAMK.). Dans ces calcaires dolomitiques, près le croisement du chemin qui vient de la maison Nofre avec celui de la maison Rocamora, on trouve une autre faune littorale, formée par des espèces plus affinées de celles de Saint Cassià du Tyrol. Cette même faune plus riche, plus variée et mieux conservée, a été découverte près du Mas Fonoll de Pontons, à environ 10 km. au SE de Sant Magi, sur les hauteurs triasiques du S de ce village. Bergéron et Munier-Chalmas étudièrent cette faune et la comparant aux exemplaires de la Sorbonne, reconnurent les espèces suivantes :

Cassianella aff. decussata, *Cassianella aff. planidorsata*, *Natica gregarea var.*, *Chemnitzia sp.*, *Pecten sp.* très commune, *Modiola*.

Plus tard, cette même faune fut étudiée par le D. Wurm, qui a reconnu dans le gisement de Foix les genres :

Terebratula ?, *Lingula*, *Pseudocorbula ?*, *Gervillia*, *Myophoria ?*, *Myophoria vestita* ALB., *Myophoria Goldfüssi* ALB., *Cryptonerita ?*, *Natica gregarea* SCHOL., et d'autres formes de Bryozoaires, soumis à l'étude de M. F. Canu.

NÉOZOÏQUE

ÉOCÉNIQUE INFÉRIEUR (*faciès lacustre*); THANÉTIEN-SPARNACIEN. — Cette formation éocénique inférieure est d'origine lacustre, et elle est composée de sables vineux rutilants et de marnes qui passent à un conglomérat polygénique, prédominant, toujours de couleur rougeâtre. On y trouve le *Bulimus gerundensis* VIDAL et la *Paludina aspera*, des calcaires de Rilly (Thanétien) inconnus ici. Les couches de cette formation, caractérisées par leur couleur,

se trouvent presque toujours au dessous des couches éocéniques à *Alveolina* formant une ceinture ininterrompue spécialement aux limites E et SE où ils constituent une bande de Gerone à Tarragone, touchant au Nord, au Montseny et au Vallés, et à l'W au Panadés. Elles reposent, soit sur le granite, soit sur le Silurien ou le Triasique, en stratification discordante, mais en concordance avec l'Éocène marin. Cela montre la relation intime de cette formation avec l'Éocène et son indépendance du Primaire et du Secondaire; et même du Crétacé supérieur (Danien), avec lequel on l'avait confondue, car elle a été, en effet, classée dans le Crétacé sur les feuilles de la *Mapa Geologico de España* et représentée par une bande étroite qui commence au dessus d'Amer, et descend jusqu'à Montblanch.

Dans la région étudiée, le Sparnacien-Thanétien est formé d'argiles sablonneuses rouges avec des filets de gypse fibrineux. Il a une épaisseur de plus de 180 mètres. Il s'étend au-dessous de la formation antérieure à l'W et au NW de Pontons, ainsi qu'on peut l'observer sur le chemin de S. Magi de Brufaganya, à la maison de Joan Soler de la Plana de Matania. Il se rencontre aussi dans un petit affleurement près de la maison Solanes, à la base de la chaîne de montagnes Esgabellats. Le Saut de Miralles par lequel se glisse la rivière de Carme, appartient en entier à cette formation. Son orientation est E-W, s'enfonçant à 25° environ au N. Elle réapparaît à S. Pere Sacarrera, continuant vers Capellades, ainsi qu'on peut le voir dans les Alsinetes et au km. 12 de la route du village. Cette formation est une prolongation des carapaces superposées aux couches à *Bulinus gerundensis* VIDAL, à gauche du Llobregat, suivant vers le NE, jusqu'au Bruch.

ÉOCÉNIQUE INFÉRIEUR (*faciès marin*); YPRÉSIEŒ. — Il est formé par du calcaire à *Alveolina* et a une épaisseur de 3 à 20 mètres. Ces calcaires reposent sur l'Éocénique inférieur (*faciès lacustre*) à M. Fontena, maison Xamanet, au NW de Pontons, dans l'Almunia, Clot de Llop et S. Pere Sacarrera. D'autres fois ils reposent sur le Triasique supérieur, comme on peut l'observer dans la sierra de la Costa au N. de la Llacuna; dans Mas Fonoll, Soler de Roset, près Pontons, dans la Plana Rodona; chez les Carbons, terme de la Llacuna, ils reposent sur les cargneules. Après Orpinell, vers l'W, près M. Feixes, les calcaires des sommets gisent sur les gypses et les cargneules.

Ces dépôts accusent la transgression de la mer éocénique au commencement de l'ère tertiaire, comme l'indiqué Almera.

Cette formation occupe le N de la chaîne de montagnes de S. Elias et s'étend jusqu'à S. Pere Sacarrera vers Orpinell, passant sur le Puig jusqu'à la maison Xarraminis ou le niveau inférieur apparaît déjà avec des argiles sablonneuses rouges, continuant, par la chaîne de montagnes de la Costa, vers Plana de Ancosa et descendant dans Pontons par la Plana Matania et S. Magi de Brufaganya. Dans ces dernières régions, les calcaires sont extrêmement compacts et pourraient s'exploiter comme matériaux de construction plus avantageux que ceux qui sont utilisés dans d'autres régions de la même formation.

Les principaux fossiles de ce niveau sont : *Miliolites*, *Alveolina*, *Cerithium cf. creniferum*, *Cerithium Almeræ*, *Melania cf. Almeræ*, *Potamides*, *Natica cepacea*, *Natica albanensis*, *Turritella vinculata*.

QUATERNAIRE. — Le Quaternaire actuel est d'une épaisseur qui ne dépasse pas 1 m. 50. Il se présente dans la vallée de Santa Ana, entre Sant Quintí de Mediona et Mediona. Au NW de la Llacuna on trouve un autre affleurement, peut-être le plus étendu, traversé par la route de Igualada. Entre la maison Sanahuja et la maison Xixella on trouve un autre affleurement qui borde le fond du Llop.

Dans le torrent de Puig Cogul, près le Mas Gelat, et dans Cases Pardo, il y a de petits affleurements exploités pour matériaux de poterie. Le Quaternaire argileux, travertineux, est d'une épaisseur d'environ 3 m. Il est composé d'un calcaire argileux avec des nodules de calcaire, et *Helix nemoralis*, *Helix sp.*, *Cyclostoma elegans*, *Cyclostoma lutetianum*, etc.

Dans quelques endroits, il passe au travertin grâce à la prépondérance des nodules, ainsi qu'à Sant Quintí de Mediona, où il est nommé *туру*, en raison de sa structure spongieuse. A Pontons, au ruisseau de la fontaine de la Gatelleta, le dépôt s'étend jusqu'au lit des fontaines de San Bernat, et on y trouve des impressions de débris végétaux.

Le Quaternaire alluvial a une épaisseur moyenne de 1 m. 50. Il est composé de fragments anguleux roulés, plus ou moins empâtés de boue « travertineuse » et ils forment ainsi des conglomérats en petits îlots, au bord de la rivière de Riudevittles, s'observant très bien du pont qui réunit l'église au village de Mediona. On trouve la même formation dans la rivière de Pontons¹.

1. ALMERA (J.). Mapa geológico de la provincia de Barcelona : Region tercera o del Rio Foix y la Llacuna. 1/40000. Barcelone 1900.

MOUVEMENTS GÉOTECTONIQUES

La région triasique de la Llacuna est formée par deux anticlinaux et un synclinal principaux. L'anticlinal inférieur vient de Montagut, par Mas Fonoll, suivant les chaînes de montagnes de Foix, Fontrubi, Atalaya, Sant Elies, et s'embranché avec les formations qui continuent jusqu'au pied de Montseny. Cet anticlinal, par son versant S, borde la formation miocénique, discordant avec elle. Près Sant Quintí de Mediona il est recouvert d'un peu de Jurassique supérieur. A peu de distance au N E des calcaires gotlandiens s'adosent à lui par une faille. Vers l'extrême N la formation repose sur le granite, se réduisant par intervalles à de petits îlots, ainsi qu'à Sant Feliu de Codines.

L'autre anticlinal principal se montre au pied de la Plana de Ancosa, suivant les chaînes de la Llacuna, Rocamur, Puigfret. Les deux anticlinaux sont dirigés au NE-SW, et en général, sont parallèles. Les restes d'un autre anticlinal secondaire, se montrent dans la chaîne qui va de la maison Fadri vers Capelades; il est parallèle aux autres.

Entre le premier anticlinal et le second se trouve le synclinal qui va de Els Carbons, par le Puig de l'Espinagosa à Sant Joan de Mediona.

C'est dans ce synclinal, où les formations de gypse et de marnes irisées acquièrent leur plus grande puissance, que se présentent les affleurements de bauxite.

En outre de ces plis principaux, il en est d'autres moins importants qu'on peut observer dans les Vilates, au pied de la chaîne de la Costa, près du village de Mediona, chez Silvestre, au pied de Puigfret; chez Ubach, sur le chemin qui va à l'église ancienne de Mediona, etc.

Suivant J. Almera, toute cette région, immergée pendant le Trias, s'est soulevée durant le Lias et presque tout le Jurassique. A la fin de cette période, un renforcement a ramené la mer infra-crétacée (représentée par deux niveaux distincts près de la maison Pereres). Pendant le Crétacé supérieur et l'Éocène, nouvelle émergence de la région méridionale et centrale. Dans la région septentrionale (Garraf et Panadès) la mer, franchissant les limites du Lacustre au commencement de l'Éocène, couvrit une partie du Trias du S de Pontons, Miralles au N de San Pere Sacarrera. La direction des cours d'eau était alors du S au N, c'est-à-dire, dirigée vers la mer nummulitique

qui occupait la région actuelle pyrénéenne et subpyrénéenne. Ce régime hydrographique prit fin avec l'enfoncement de la zone Penite-Vallesica, dû au jeu de la faille miocénique ; alors s'établit le régime hydrographique actuel inverse, c'est-à-dire, du N au S, lequel phénomène fut accompagné d'abord par l'occupation de l'eau douce, et ensuite par la nouvelle invasion de la mer dans la contrée enfoncée, invasion concomitante avec la rupture et le démantèlement qu'on remarque dans les calcaires nummulitiques premièrement déposés.

DESCRIPTION DES PRINCIPAUX GISEMENTS DE BAUXITES

La région des gisements de bauxite se trouve à 41° de latitude et à 5° 15', à l'E du Midi de l'Observatoire de Madrid. Les gisements sont en rapport avec la formation triasique supérieure ou Keuper, généralement parmi les gypses et cargneules de ce niveau. Les principaux gisements sont : *Montori, Puigfret, Orpinell, Casals, Puig, S. Antoni de les Vilates et Mediona.*

MONTORI. — Cet affleurement tire son nom de la maison à laquelle il appartient, et qui est le point de départ de la première démarcation minière. Il est situé à 640 m. au-dessus du niveau de la mer, dans une des virgations de la chaîne de Rocamur, qui fait partie du grand anticlinal Orpinell-la Llacuna. Il affleure sur le versant S regardant la maison Pardo. On peut le suivre à la surface sur une surface de 500 m. carrés environ. Le gisement est enclavé dans le synclinal qui s'étend des Els Carbons à Sant Joan de Mediona, au milieu des cargneules. Sur le versant N après le M. Soler, sur le chemin de la maison Rous, les bauxites réapparaissent dans un petit îlot situé à peu près à 700 m. de la maison Montori. Il n'est pas possible d'évaluer la surface de cet îlot, parce qu'il est recouvert de quelques détritiques de calcaires qui en forment le sommet. Les échantillons recueillis sont très différents de ceux trouvés à Montori. Ils sont plus semblables à ceux de Puig. Sur l'affleurement on trouve les calcaires dolomitiques, et dans la base les cargneules. La bauxite du gisement de Montori présente des aspects variés : tantôt la pâte est blanche avec de nombreux pisolithes ferrugineux dispersés, tantôt elle est rougeâtre, très compacte avec très peu de pisolithes blancs, tantôt elle est très blanche, râpeuse et un peu pulvérulente, rayable à l'ongle et contient de rares pisolithes blancs. Cette variété est celle qui ressemble le plus à celle de Brignoles. Les pisolithes ont en moyenne 6 mm. de diamètre ; ils en contiennent d'autres, enfermées à leur intérieur, qui se détachent par leur couleur rougeâtre plus intense. Fréquemment ils sont anguleux et la roche prend un aspect bréchiforme. Ce gisement est en communication avec S. Joan de Mediona par un bon chemin vicinal, et il est distant par 4 kilomètres environ de la route provinciale. Il n'a pas été pos-

sible d'en reconnaître la stratification. A peine a-t-il été découvert qu'on en a extrait environ 20 tonnes, en utilisant simplement les débris des murs de vignes, que la Société d'automobiles « Hispano-Suiza » de Barcelone a utilisés.

Analyse de la bauxite, à pâte blanche avec de nombreux pisolithes :

Eau.....	0.35
Silice.....	4.20
Oxyde d'aluminium.....	75.80
— de fer.....	15.80
Carbonate de calcium.....	1.05
Résidu.....	2.80
	<hr/>
	100.00

Analyse de la bauxite à pâte rougeâtre, avec pisolithes rares :

Silice.....	37.20
Oxyde d'aluminium.....	44.30
— de fer.....	10.20
Eau, carbonates et résidus.....	8.30
	<hr/>
	100.00

Quelques échantillons recueillis dans les murs des vignes de Montori (*bauxite extrêmement blanche, avec très peu de petits pisolithes*), ont donné :

Silice.....	23.20
Oxyde d'aluminium.....	64.00
— de fer.....	5.40
Eau, carbonates et résidus.....	7.70
	<hr/>
	100.00

PUIGFRET. — Le gisement se trouve à la partie inférieure S du Puigfret, à 510 m. environ au-dessus du niveau de la mer, au fond du synclinal qui passe par le gisement de Montori. La structure géologique du massif de Puigfret est très variée : sur le versant N les sables du Trias inférieur apparaissent à la base, et arrivent presque jusqu'au sommet, tandis que vers le SW ils franchissent le sommet (chemin qui conduit à la maison Manegues). En concordance avec l'affleurement de bauxite on voit les calcaires du Mûschelkalk, qui forment le sommet. Sur le versant S on ne trouve que des cargneules. La surface visible du gisement est plus réduite qu'à Montori. Cependant, son extension doit être grande, car on trouve un petit manteau de bauxite sur un petit monticule à 250 m. de cet affleurement. La bauxite est extrêmement blanche, sans pisolithes, contenant seulement quelques granulations ferrifères à peines perceptibles; la cassure est conchoïdale; elle ressemble beaucoup à la bauxite de Montori, qui se trouve à 2 kilomètres de là. Le minerai est identique, extérieurement, à celui de Brignoles et de la maison Bédarieux, de Château-Lévas (Hérault).

Analyse de la bauxite de Puigfret :

Silice.....	44.61
Oxyde d'aluminium.....	38.10
— de fer.....	4.50
Eau, carbonates et résidus.....	12.79
	<hr/>
	100.00

ORPINELL. — Ce gisement est le plus oriental de ceux qu'on a découverts jusqu'à présent dans la région. Il se trouve à une demi-heure de la maison d'Orpinell et de M. Bolet, à environ 540 m. d'altitude, à l'extrémité de l'anticlinal qui forme la chaîne de Rocamur à Puigfret. Les cargneules et gypses ont dans cette région un développement extraordinaire (100 m.). A peu de distance de cette formation, vers l'E, on trouve l'Éocène inférieur, qui s'étend vers Capellades. Dans ce gisement, d'où on a cherché à extraire le fer il y a quelques années, les pisolithes sont de toutes dimensions (4 mm. à 8 cm), et comme la roche elle-même, de couleur jaunâtre. Par endroits, la masse semble formée de bauxite pure, presque sans fer ; cependant, elle contient des carbonates. Dans la tranchée ouverte on peut observer que la bauxite est enclavée dans les cargneules et les dolomies du Keuper. Elle se présente dans les états de réduction minérale les plus variés, avec des teintes allant du blanc pur ou rougeâtre au violacé. Tantôt elle contient des pisolithes, tantôt elle n'en renferme pas.

Les échantillons de bauxite blanche d'Orpinell quand ils sont traités par les acides, laissent apparaître des granulations microscopiques et des restes dolomitiques parmi lesquels le minéral est enclavé. Voici l'analyse de cette bauxite :

Eau.....	1.98
Carbonate de calcium et magnésium.....	7.84
Oxyde de fer.....	0.16
Oxyde et silicate d'aluminium.....	90.02
	<hr/>
	100.00

ELS CASALS. — Le gisement d'Els Casals a été le premier découvert. Il est composé de deux affleurements ; l'un est presque au pied du chemin qui va de Mediona à la Llacuna, par Rofes, et le second au fond du Llop à 650 m. au-dessus du niveau de la mer. Le premier affleure dans le versant S, le second dans le versant E, à 620 m. d'altitude. Dans la partie E du premier gisement il y a une zone où on peut observer la réduction du minerai par l'effet de la pression et du frottement. Le minéral se présente, en apparence, en filons.

Les cargneules de couleur rouge se trouvent à la base. On ne peut pas apprécier l'orientation du gisement. Mais à l'E il semble qu'il s'enfonce doucement vers l'E. Le sommet est recouvert de calcaires tabulaires, horizontaux, appartenant à l'Éocène inférieur.

La surface de cet affleurement est plus petite que celle de l'affleurement de Puigfret et Montori. Le minerai se montre ordinairement sous forme de pâte rougeâtre, avec de nombreux pisolithes (5 à 20 mm. de diamètre), irréguliers, quelquefois concrétionnés.

On a extrait plus de 1000 tonnes de ce gisement pour une maison de Barcelone. Il semble que les réserves exploitables s'épuisent.

Le gisement qui affleure au fond du Llop est après celui de Montori, le plus important de tous ceux que nous ayons vus. Il forme

une masse de plus de 100 mètres de longueur sur 50 de large. Le minerai montre le même aspect que dans le gisement antérieur. Le long du chemin qui va de la Llacuna à la maison Xixella, la bauxite affleure de nouveau, et le minerai est d'un aspect plus blanc. Les petits nodules sont de même taille que ceux du premier gisement. Mais les gros sont plus nombreux.

EL PUIG. — Ce gisement se trouve entre le torrent de la Tornera et celui de Puig, à 200 m. environ, des maisons en ruines du Puig. L'affleurement couronne un petit monticule adossé au massif anticlinal, qui s'étend de Miralles à Mas Feixes. Il se trouve à peu près à 610 m. d'altitude. Le diamètre d'extension superficielle est de 20 m. environ. La stratification est presque horizontale, avec des carneules à la base. Le manteau qui recouvre le sommet est de calcaires un peu dolomités. Le minéral est très ferrifère, avec des pisolithes de 6 millimètres de diamètre, et la pâte est toute colorée. Ce gisement est orienté, ainsi que celui de Puigfret, du N W au S E. Le minéral ressemble beaucoup à celui de la montagne de Pradières (Foix) lequel appartient à l'Aptien, à celui de Masanges (Provence) et à celui de Georgia (U. S. A.). *La bauxite contient :*

Silice.....	32.40
Oxyde d'aluminium.....	31.90
— de fer.....	22.30
Eau, carbonates et résidus.....	13.40
	<hr/>
	100.00

S. ANTONI DE LES VILATES. — Dans la même masse, à l'W du gisement de Casals, on trouve un autre gisement près Sant Antoni de les Vilates. Le minéral contient peu de pisolithes, et toute la masse est teinte de sesquioxyle de fer, avec une couleur violacée. Il est brillant, un peu lustré, très compact, à cassure conchoïdale. Nous croyons que ce minéral, par la grande quantité de silice qu'il contient, 64 pour 100, pourrait être considéré, non comme de la bauxite, mais comme une réduction des argiles par pression.

Analyse :

Silice.....	94.24
Oxyde d'aluminium.....	20.16
— de fer.....	4.60
Eau et résidus.....	11.00
	<hr/>
	100.00

MÉDIONA. — A moins d'un km. à l'W du village de Mediona il existe un autre affleurement, dans la vigne de Jorro. Les échantillons recueillis dans la partie où le minerai affleure, se réduisent à une carneule dont les creux sont remplis de nodules de limonite (jusqu'à deux centimètres de diamètre). Les terres de labour et les détritiques qui remplissent la vallée, empêchent d'apprécier la puissance et la continuité de cette formation qui avait déjà été notée antérieurement comme minerai de fer inexploitable.

FORMATION DE LA BAUXITE

En résumé nous devons constater qu'il est presque impossible d'émettre une théorie précise sur la formation de la bauxite catalane de la Llacuna, parce que jusqu'à présent les travaux d'exploration n'ont pas été faits en suivant une méthode vraiment scientifique. Cependant, nous pouvons dire : 1° que la bauxite n'est pas interstratifiée et 2° que tous les affleurements sont sur des zones disloquées par les mouvements géotectoniques qui se sont produits avant l'Éocène. Et en conséquence nous pouvons émettre l'hypothèse que les bauxites sont peut-être le résultat d'une réduction minérale des argiles bigarrées, par pression, dans les zones à enclavements normaux.

A peine l'existence de ces formations fut-elle connue dans la Catalogne que différentes théories furent émises au sujet de leur texture et de leur origine. L'étude historique des gisements étrangers, montre clairement que ce sujet n'est pas encore élucidé. Il est probable que l'origine de la bauxite n'est pas la même dans tous les gisements découverts en Europe et en Amérique. La seule théorie qui paraisse concorder avec l'explication émise en 1917 par M. Faura sur l'origine des formations catalanes est celle de C. N. Hayes (c'est-à-dire, le métamorphisme par action de la pression et de la température). L'hypothèse émise par M. Depéret sur les bauxites de Saint-Cassian est aussi à envisager.

Les données acquises jusqu'à présent permettent donc de conclure que les bauxites de la région catalane sont le résultat d'une réduction minérale des argiles bigarrées du Keuper par effet de pression, dans des zones où des plissements et des failles transversales se combinent avec les plis généraux de la région. Les nouveaux travaux exécutés dans les gisements en exploitation confirment cette opinion. Néanmoins, il y a des problèmes qui ne sont pas résolus, par exemple celui de la formation des nodules de fer, l'origine des bauxites bréchi-formes, etc.

L'hypothèse émise par les premiers explorateurs (à savoir, que la bauxite aurait une origine geysérienne) a aussi quelque probabilité, mais, dans ce cas, la formation minérale ne pourrait pas être synchronique des dépôts du Keuper, mais très postérieure, puisque les sédiments sont clairement marins, au moins les couches supérieures.

Suivant cette hypothèse, la région, avant le Trias et même

l'Éocène moyen, devait être traversée par de nombreuses émissions de geysers, comme aujourd'hui le Parc National de Yellowstone des États-Unis; chacune de ces embouchures aurait été l'origine d'un dépôt de bauxite.

Ce phénomène hydrothermal ne serait pas l'unique cas observé dans la région, puisque dans la masse de Sant Magí de Brufaganya, il y a de nombreux filons de quartz qui traversent les formations éocéniques lacustres du versant S et les calcaires marmoréens à Alvéolines du versant N.

Un fait pourrait encore éclairer l'origine des bauxites de cette région. Dans la région des bauxites les manifestations éruptives ophitiques si abondantes ailleurs et si caractéristiques de la période manquent complètement; on ne les observe que loin de là, par exemple au S de la province de Tarragone et dans les chaînes sous-pyrénéennes de la province de Lérida. Il se pourrait que dans notre région ce phénomène éruptif se soit aussi manifesté sous une forme hydrothermale, en donnant origine aux bauxites.

JAUME ALMERA

PAR M. Faura i Sans¹.

Le chanoine Jaume Almera, éminent géologue catalan, auteur de nombreuses publications scientifiques, est mort le 15 février 1919 à l'âge de 74 ans.

Il naquit à Saint-Jean de Vilassar, dans la province de Barcelone, le 5 mai 1845. Ordonné prêtre le 15 mars 1871, il fut peu après nommé professeur d'Histoire naturelle au séminaire de Barcelone. L'étude des sciences naturelles le passionnait : la lecture de l'ouvrage de Sturn intitulé : *Réflexions sur la nature*, fut pour lui une révélation. Il obtint le 28 avril 1874 le grade de Docteur ès sciences naturelles en présentant une thèse sur *la théorie de la nutrition végétale*. La même année il inaugura au séminaire de Barcelone la chaire de Géologie et créa dans la même ville un Musée et une Bibliothèque scientifique. Il fit paraître en même temps une traduction de l'ouvrage de Würtz intitulé : *Leçons expérimentales de la chimie moderne*.

En 1876, il étudia en compagnie de M. J. Landerer la région de Morella et le Maestrasgo.

Le chanoine Almera vint à Paris en 1878, et s'intéressa vivement à la partie géologique de l'Exposition universelle, sur laquelle il publia un aperçu dans la *Cronica científica*. Il prit part aux excursions organisées par la Société géologique de France et en devint membre la même année. Il publia un *Traité de Cosmogonie et Géologie*, œuvre apologétique en même temps que scientifique. L'année suivante il revint en France pour prendre part à la réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans la Côte-d'Or. Son mémoire *De Montjuich al Papiol al través de las épocas geológicas* lui ouvrit les portes de l'Académie royale des Sciences et Arts de Barcelone.

En 1880 il publia une importante monographie : *Etudes géologiques sur la constitution, l'origine, l'antiquité et l'avenir de la montagne de Montserrat*.

Il fit tant sur le versant français que sur le versant espagnol de nombreuses excursions dans les Pyrénées orientales, et publia plusieurs notes sur les observations qu'il avait eu l'occasion d'y faire.

En 1886, il partit visiter la Terre Sainte, la Syrie et l'Égypte, et en rapporta de nombreux documents géologiques et paléontologiques. De retour en Espagne, il dressa avec la collaboration de M. Bofill y Poch, une carte de la province de Barcelone ; il avait été chargé

1. Notice nécrologique communiquée à la séance du 12 avril 1920.

depuis plusieurs années par la Députation provinciale de Barcelone de ce travail et publia en 1887 une feuille préliminaire portant le titre : *Mapa geológico y topográfico de la provincia de Barcelona y contornos de la capital.*

L'année suivante, il fut délégué par la Députation au Congrès géologique international de Londres et prit une part active aux travaux.

Il fut également un des fidèles des Réunions extraordinaires de la Société géologique de France, et eut l'occasion d'y faire la connaissance d'un grand nombre de collègues, avec lesquels il ne cessa depuis d'être en relation, leur envoyant à maintes reprises d'intéressantes séries de fossiles recueillis par lui en Catalogne.

La Réunion extraordinaire de 1899, en Catalogne, qu'il prépara avec MM. Luis M. Vidal et Arthur Bofill y Poch, fut pour lui l'occasion de manifester la grande amitié qui l'unissait à la Société géologique, et la reconnaissance qu'il lui portait : « C'est en France, disait-il à ses collègues en prenant place au fauteuil présidentiel, et surtout dans les Réunions extraordinaires de la Société, que j'ai appris les méthodes pratiques et fructueuses pour l'étude de la géologie ; j'en ai rapporté le goût et l'ardeur de me consacrer à ce genre d'études presque délaissées alors dans notre enseignement public.

« Je ne saurais vous exprimer notre reconnaissance pour avoir rompu avec vos traditions en quittant cette année votre pays et avoir choisi le nôtre pour votre Réunion extraordinaire. Je ne pourrais vous dire le plaisir que nous éprouvons à vous voir rassemblés ici pour discuter avec nous les conclusions auxquelles nous ont amené des recherches patientes et prolongées. C'est sûrement une des plus grandes satisfactions qu'un travailleur puisse éprouver ».

De son côté, la Société géologique de France était heureuse de rendre hommage au mérite du savant consciencieux, du travailleur infatigable que fut le chanoine Almera. Le président d'alors, Jules Bergeron — que la mort frappa la même année que son confrère de Barcelone — était venu à la Réunion. Il s'intéressa tout particulièrement à la belle série paléozoïque de la Catalogne et fut frappé de la similitude entre ces couches et celles de la Montagne Noire qu'il avait étudiées. En remerciant, au nom de ses confrères et au sien, le chanoine Almera des belles excursions qu'il avait dirigées, il exprimait le souhait de voir de nombreux élèves suivre la trace de leur confrère catalan et continuer l'étude de cette région si riche. Ce souhait se réalisa : à l'une des Réunions extraordinaires, ce fut accompagné de N. Font i Sagué et de plusieurs de ses disciples que le chanoine Almera arriva au rendez-vous : il leur apprit à aimer notre pays et les années suivantes certains revinrent ; des nouveaux se joignirent à eux et sont devenus de grands amis de la France.

Le chanoine Almera avait débrouillé, à l'époque où il convia nos confrères à se rendre à Barcelone, les grandes lignes de la stratigraphie de la Catalogne. Mais que de points obscurs encore, particulièrement en ce qui concerne la tectonique ! Le versant français des

Pyrénées était encore bien mal connu ; la tectonique elle-même naissait à peine de l'étude des Alpes.

Le chanoine Almería connaissait trop bien sa région pour ne pas avoir senti combien les explications qu'on avait données, tant bien que mal, à grand renfort de failles, des superpositions anormales qu'il avait constatées, étaient fragiles. Géologue par goût et par passion de la vérité, observateur avant tout, il n'était le champion d'aucune théorie préconçue et n'avait pas à craindre de voir une nouvelle théorie bouleverser ses idées.

Stratigraphe consciencieux, il ne bouda point les nouvelles doctrines tectoniques, mais au contraire en saisit immédiatement l'intérêt et la fécondité. Et tout de suite, dans cette région qu'il connaissait si bien, il en vit l'application. Mais il ne se sentait pas assez sûr de lui-même pour entreprendre seul une première interprétation tectonique de la Catalogne.

Ce fut avec la collaboration de Jules Bergeron, qui étudiait parallèlement la structure de la Montagne Noire, que le chanoine Almería publia ses notes sur les nappes de recouvrement des environs de Barcelone. L'une de ces notes parut en 1904 dans le Bulletin de la Société géologique de France. Une autre fut intitulée : *Application de la théorie des manteaux de recouvrement à l'étude du massif du Tibidabo de Barcelone*.

En 1907, il donna une description des terrains pliocènes de Catalogne, œuvre fort importante, très documentée, à laquelle il travaillait depuis vingt ans.

L'Académie royale des Sciences et Arts de Barcelone le nomma président la même année.

Malgré son âge avancé, il ne manquait guère les Réunions extraordinaires. En 1912, il traversa la France, à 67 ans, pour venir retrouver à Laon ses amis français. En 1913, il eût été encore parmi eux sans un accident de chemin de fer qui intercepta les communications entre la France et l'Espagne.

La guerre interrompit les relations, mais sans nous faire oublier cet ami fidèle de la France. Les géologues français lui sont reconnaissants d'avoir été, au milieu des revers, des doutes, de l'hostilité même de tant de ses compatriotes, un esprit indépendant, une âme fière et sincère de catalan, et de savant. Une œuvre immense restera de lui : cette Carte géologique de la Catalogne à 1/40 000 à laquelle il dévoua son existence entière. Sa patrie l'honore avec raison comme une gloire de la Catalogne. La Société géologique de France s'associe à cet hommage, émue de sentir combien ces années de deuil, en nous isolant les uns des autres, nous ont mieux rapproché du cœur de nos amis. Quelle eût été notre joie si nous l'avions revu parmi nous avant de le perdre. Grande figure de prêtre, de savant et d'ami il restera pour nous celui pour lequel :

Nulla unquam inter fidem et rationem vera dissentio esse potest.

UNE HYPOTHÈSE SUR LA JONCTION DU MOYEN ATLAS NORD ET DU HAUT ATLAS MAROCAINS

PAR **A. Beaugé**¹.

PLANCHE XI.

MOYEN ATLAS DANS LA RÉGION AU SUD DE TIMHADIT. — Depuis les célèbres voyages de de Foucauld, les explorations du Maroc central ont réduit de plus en plus l'importance du Moyen Atlas : dans la partie centrale, son « commencement » le plus ouest a été ramené successivement d'Oulmès et el Hadjeb à Azrou, puis jusqu'aux abords de Timhadit.

J'ai eu la bonne fortune de le traverser une dizaine de fois entre Timhadit et la Moulouya, à la faveur des colonnes militaires et j'ai pu confirmer les observations faites en 1917, par M. Louis Gentil, depuis le Tisdadin, le soulèvement qui domine Timhadit.

Dans la région que j'ai parcourue, la zone plissée commence bien à Timhadit et, à cet endroit de la chaîne, elle ne s'étend que sur 26 km. de large.

Comme l'a vu M. Gentil, il existe trois anticlinaux parallèles d'allure jurassienne, mais le premier est surtout un pli-faille dont le flanc nord-est est à peu près inexistant ; ce flanc nord n'est qu'une faille bordière ou une série de failles bordières entre la région tabulaire et la région plissée. Le troisième anticlinal est une petite ride secondaire qui, elle, n'a pas de flanc sud. Il n'y a donc entre Timhadit et la Moulouya qu'un seul grand anticlinal complet.

Quoi qu'il en soit, et sans vouloir dénier le titre d'anticlinal aux rides ouest et est du Moyen Atlas de Timhadit il faut constater le parallélisme de ces rides, leur parallélisme avec les failles bordières limitant la partie plissée, et leur parallélisme aussi avec la grande faille Agouraï-el-Hadjeb-Sefrou qui forme limite entre deux compartiments tabulaires de la meseta marocaine.

J'ai été frappé, à l'observation des dernières cartes à 1/500 000 du Service des Étapes, de la difficulté de faire concorder ces alignements avec ceux des massifs du Moyen Atlas nord dont on a déjà relevé un certain nombre de points hauts au tachéomètre.

1. Note présentée à la séance du 3 mai 1920, par M. L. GENTIL (*CR. somm.*, 1920, p. 84).

Au Sud de Timhadit, les anticlinaux sont orientés à peu près exactement SW-NE, alors que les plis du Moyen Atlas nord paraissent être SSW-NNE, si l'on en juge au moins par l'alignement des crêtes cotées.

ILOT TABULAIRE DE LA MOYENNE MOULOUYA. — Mes passages entre Meknès et Kasbat el Maghzen m'ont également permis de constater que la vallée de la Moulouya, au SSE de Meknès, présente un îlot tabulaire constitué au moins en partie par un important massif granitique surmonté seulement de Permo-Trias à peu près horizontal : au-dessus il n'y a que des formations lacustres très récentes, pliocènes ou quaternaires.

Ce n'est pas un large synclinal entre le Moyen et le Haut Atlas mais bien un îlot non plissé émergé avant la formation des Atlas. Les bords en sont légèrement relevés par suite de la pression qu'il a subie, mais il s'agit d'une ondulation à vaste amplitude, et non d'un plissement à proprement parler. Il suffit du reste de comparer les deux chiffres suivants pour s'en rendre compte : le Moyen Atlas plissé a une largeur de 26 km. de Timhadit à Lareïs perpendiculairement à ses trois plis, et l'îlot tabulaire à 35 km. suivant la plus courte distance entre la faille bordière est du Moyen Atlas et la base du Haut Atlas.

Du côté amont, cet îlot tabulaire *peut* se prolonger fort loin, si on en juge par l'aspect de trapèze renversé que présente à perte de vue la vallée de la Moulouya entre les deux chaînes rectilignes du Haut et du Moyen Atlas. Je ne suis malheureusement pas remonté plus haut qu'Itzer et ne puis indiquer de limites nettes.

CHEBKA. — Au contraire, du côté aval, l'îlot à peu près horizontal est remplacé par une chebka, sans nom sur les cartes, et que dans mes tournées militaires je n'ai entendu appeler que la « chebka ». Cette chebka est une région plissée qui forme un véritable *barrage* de la vallée, et un barrage large de 15 km.

Absente sur les cartes antérieures à 1917, cette chebka est maintenant indiquée en partie. Mais en l'absence de levés des topographes des colonnes mobiles et même d'itinéraires de reconnaissance (on n'avait pas encore traversé cette chebka au Nord au début de 1919), le Service géographique militaire, esclave de la notion Grand Atlas-Moyen Atlas séparés par la vallée de la Moulouya, n'a pas donné au soulèvement l'aspect qu'il présente cependant bien nettement du haut de la dernière ride du Moyen Atlas.

Vue du col de Lareïs qui domine la vallée d'un à-pic de 300 m. et la Moulouya elle-même de 500 m., cette chebka paraît se

Les observations qui précèdent sont le résumé de notes accompagnant l'esquisse géologique de Meknès à la Moulouya ci-jointe (Pl. XI) : je les ai rappelées brièvement pour justifier une hypothèse que je crois pouvoir émettre sur la liaison du Moyen Atlas nord (dénomination actuelle) au Haut Atlas, le massif de l'Ayaïchi formant le nœud de virgation des plis.

Le croquis de la figure 1 schématise cette hypothèse.

Je pense que le rapprochement du horst des Hauts Plateaux et de la meseta marocaine vers le bouclier saharien n'a déterminé qu'une série de plissements principaux, lesquels sont encadrés par des plissements moins importants, moins hauts et n'ayant en général affecté que la couverture secondaire.

Après le massif de l'Ayaïchi, la zone principale des plissements jurassiens du Haut Atlas se sépare en deux branches dont la première va former l'Atlas saharien et vient se terminer en Tunisie au cap Bon ; la seconde branche monte vers le NNE, entre le horst des Hauts Plateaux et la meseta marocaine.

M. Gentil a signalé un plongement d'axe très caractéristique des plissements du Haut Atlas après ce qu'il a appelé le « Massif Central » : une autre importante correction se produit au massif de l'Ayaïchi dans lequel une des arêtes culmine encore actuellement à 3000 m. Comme dans le « Massif Central », les terrains primaires et cristallins se trouvent portés jusqu'à la hauteur des sommets actuels de l'Ayaïchi ; il n'y a pas de doute en effet sur la présence du granite jusqu'en haut : la poussière rose qui aux heures de vent teinte la neige tout en tête est certainement de la poussière granitique provenant de terrains cristallins comparables au granite rose du massif d'Assaka.

Un nouveau plongement d'axe existe après l'Ayaïchi : le début de l'Atlas saharien marque une différence de niveau de près de 1000 mètres.

Il n'est pas illogique d'admettre un brusque et énorme ennoyage de l'axe des plissements principaux à la naissance de la branche nord. A la vérité il s'agirait même là d'une brisure verticale encore plus que d'un ennoyage : Cette brisure peut provenir de la modification apportée dans les efforts en jeu par la présence d'un noyau amygdaloïde résistant entre les deux horsts.

Un faible glissement de ce noyau par rapport aux masses tabulaires en mouvement suffirait à expliquer l'absence de surrection dans la région Midelt-Zelzat. On n'éclaircira la question que lorsqu'on aura exploré géologiquement la région des sources de la Moulouya et de l'oued El Abid où le déplacement du noyau,

s'il a eu lieu, a pu et *dû* produire un refoulement de la couverture secondaire.

Quoi qu'il en soit, la branche nord, dans mon hypothèse de jonction, va culminer à 3 300 m. dans le pli est. au Bou Iblan, et à 3 800 m. au Moussa, puis replonge sous le détroit sud-rifain aussi rapidement qu'elle est montée depuis Midelt-Zebzat.

Je n'ai vu malheureusement le Moussa que de fort loin, depuis Aïn Sbit ou Sefrou, à quelque 70 km., et n'ai connaissance d'aucun renseignement sur sa constitution : mais s'il existe là à grande hauteur des noyaux primaires importants, comme cela paraît fort possible, ce troisième massif sera en tout comparable aux deux autres déjà observés dans le Haut Atlas.

Au contraire, dans la partie du « Moyen Atlas » actuel qui s'étend entre Demnat et le coude de l'oued Guigou-Sebou à Scourrat, on ne signale rien d'analogue. Pour la région du Sud de Timhadit, la seule que j'ai parcourue de Timhadit à Bekrit et à Tamayoust, les terrains primaires ne sont visibles, et sur une très courte distance ¹, qu'à la faveur du pli-faille nord, au-dessous de l'Haïan, à la cote 2 100 environ, au col du Tizi-N'Lafit.

Le Moyen Atlas ne ferait donc en quelque sorte que former une corde de l'arc décrit par la partie centrale du Haut Atlas et sa branche marocaine nord, l'espace entre l'arc et la corde étant occupé par un noyau tabulaire non plissé. Le Moyen Atlas ne serait ainsi qu'un mouvement secondaire dans l'ensemble des conséquences auxquelles a donné lieu le rapprochement des horsts du Maghreb vers le bouclier saharien.

Ce mouvement secondaire est évidemment plus important que ceux classés également comme mouvements secondaires par M. Gentil au Sud et au Sud-Est du Haut Atlas, mais il n'en est pas moins d'un ordre tout différent des plissements de la grande dorsale qui irait d'une façon à peu près continue du cap Ghir à Taza.

La grande dorsale s'élève encore malgré son érosion à 4 220 m. au Sud de Marrakech (dj. Amskrin), à 3 840 m. au SE de Demnat (entre le Tizi Ait Mdioual et le Tizi Tarkeddit), à 3 750 m. à l'Ayaïchi, à 3 300 et 3 800 m. au Bou Iblan et au Moussa. Au contraire, le Moyen Atlas ne montre jusqu'à présent aucune cote connue supérieure à 2 800 (massif du Thiekouk, au Sud-Est de Taghzout) et cette cote paraît être une exception, toutes les autres crêtes des anticlinaux ne culminant qu'à moins de 2 500 mètres.

1. Sur 200 m. de long à peine ; ils forment la base de la lèvre sud de la faille ; on n'en voit que la tranche sur une hauteur de 10 m. au maximum.

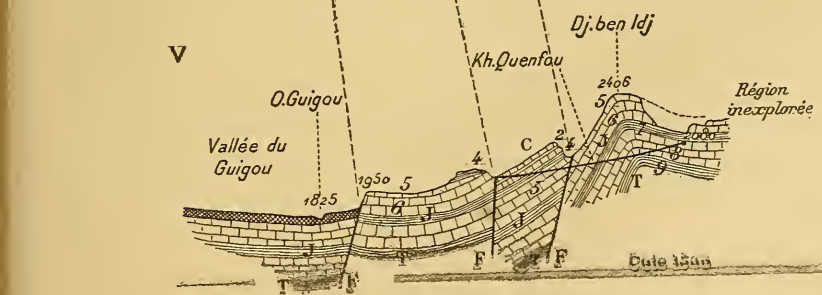
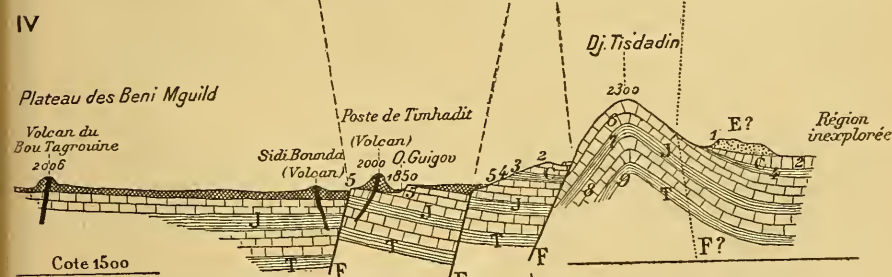
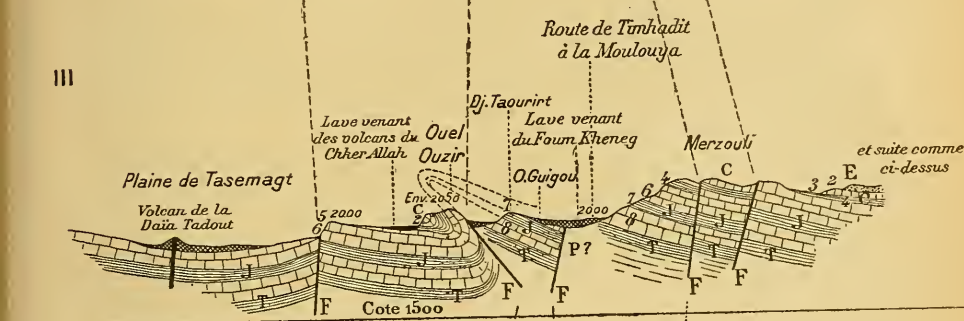
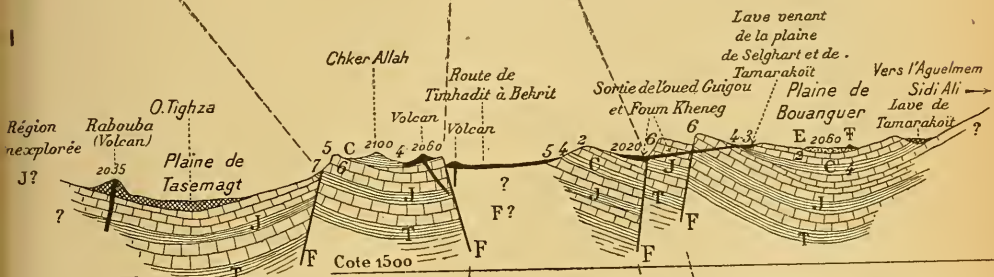
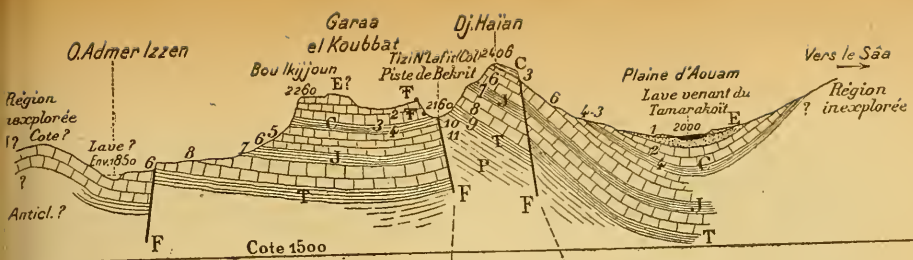
Les anticlinaux du Haut Atlas sud dominant de 3 900 m. le Sud effondré de la meseta marocaine ; le Bou Iblan s'élève à 2 500 m. au-dessus de la Moulouya en aval d'Outat el Hadj, comme l'Ayaïchi au-dessus de la région de Rich ou au-dessus de la Moulouya à Assaka N'Tebaïrt. Au contraire le Moyen Atlas n'est dans sa partie sud qu'à 1 800 ou 1 900 m. à peine au-dessus de la meseta effondrée et cette différence diminue de plus en plus à mesure qu'on remonte vers le Nord, pour tomber à 600 m. environ dans le Moyen Atlas de Timhadit, le fond des synclinaux, dans leur partie non érodée, étant à peine de 100 m. au-dessus de la cote moyenne du dernier compartiment tabulaire (plateau des Beni M'Guild). Il y a lieu de se demander si l'on ne pourrait même considérer le Moyen Atlas de Timhadit comme un des compartiments de la meseta, dont la couverture secondaire et éocène se serait plissée seule tout en se brisant longitudinalement : comme les trois compartiments de la meseta, cette partie du Moyen Atlas est prise entre deux longues failles et l'on a vu les nombreuses cassures relevées au Sud de Timhadit (Pl. XI).

FIG. 2. — Coupes échelonnées de l'HAÏAN au KHANGUET GUENFOU, montrant le passage du pli de Tisdadin (1^{er} anticlinal du moyen Atlas) au pli faille de l'Haïan.

- I. — Coupe par le sommet de l'Haïan (à 14 km. au SW de la coupe de la planche XI).
- II. — Coupe par le Chker Allah (à 5 km. 5 au SW de la coupe de la planche XI).
- III. — Coupe par l'Oull-Ouzir (à 3 km. au SW de la coupe de la planche XI).
- IV. — Coupe par Timhadit et le Tisdadin (portion de la coupe de la planche XI).
- V. — Coupe par le Khanguet Guenfou (à 6 km. au NE de la coupe de la planche XI).

E, EOCÈNE : 1, Calcaires blancs friables, à nombreux silex (fossilifères **F**, coupe II). — C, CRÉTACÉ : 2, Calcaires et grès à Cérithes et Turritelles, *Ostrea* (**F**. Garaa el Koubbât et plainc d'El Taxebrat. — Sur la coupe V, ces calcaires sont coupés par une couche de 1 à 2 m. de marnes grises); 3, Marnes grises ou blanchâtres (1 à 5 m.); 4, Marnes dures rouges, rose ou crème (couche repère, caractéristique dans toutes les coupes, 25 à 50 m.). — J, JURASSIQUE : 5, Dolomies alternées avec calcaires très fossilifères, roses ou roux (Timbradit, Tadadât); 6, Dolomies alternées avec grès fins (zone non fossilifère, Lareïs); 7, Calcaires bleutés lithographiques, alternés avec grès (Tisdadin, Aghbalou) ou faibles couches de marnes (les dolomies et les grès fins n'existent pas uniformément dans toute la région); 8, Marnes grises (couche repère générale de Timhadit à la Moulouya), très fossilifère à Aghbalou. Epaisseur variable de 50 à 100 m.; 9, Calcaires massifs à patine noirâtre. — T, PERNÓ-TRIAS : 9, Marnes violacées schistées par place et gypseuses (coupe I, Aghbadou. Formation peu importante n'atteint pas 40 m.). — P, PRIMAIRE : 10, Sables micacés; 11, Schistes micacés et schistes compacts (coupe I).

Echelle des longueurs : 1/150 000 env. — hauteurs : 1/32 500 env.



Un rapide rappel de l'histoire géologique du Maroc central, où j'ajouterai à celles antérieurement connues mes observations de Timhadit à Kasbat el Maghzen, ne peut que confirmer la possibilité de l'hypothèse émise ci-dessus :

Vers la fin de l'époque crétacée, moment auquel paraît s'être amorcé nettement le rapprochement des horsts du Maghreb vers le Sahara, il existait dans la région centrale de la Moulouya des lambeaux émergés de l'ancienne pénéplaine primaire exondés depuis la fin du Permien, l'îlot d'Assaka N'Tebaïrt, et probablement aussi l'éperon de Kasbat el Maghzen. Un fossé marin séparait ces deux lambeaux (région de la chebka actuelle) et un autre fossé également marin séparait l'îlot d'Assaka des plateaux des Beni-M'Tir et Beni M'Guild, émergés depuis à peu près la fin du Jurassique moyen. Les mouvements épirogéniques qui ont amené la coupure de cette partie de la meseta marocaine en compartiments avaient vraisemblablement déjà agi en partie.

Le Crétacé du Moyen Atlas actuel au Sud de Timhadit et dans le synclinal d'El Taychat, au Nord de Lareïs, montre nettement le recul de la mer crétacée pendant que commençait à se produire le rétrécissement du fossé.

A l'Éocène inférieur, le bras de mer se rétrécit encore puis toute la région s'exonde définitivement, alors que l'énorme mouvement de l'époque néogène est encore loin de se produire. Je n'ai malheureusement pas pu suivre l'Éocène à silex du synclinal du Bou Anguer (Pl. XI) ni vers le Nord ni vers le Sud et ne puis indiquer de quel côté se faisait la communication avec la mer libre ; mais en tout cas on peut affirmer qu'il y avait encore sur l'emplacement du Moyen Atlas actuel, à l'Est des plateaux jurassiques émergés, un golfe éocène, ou peut-être même un détroit entre la mer libre du Nord et celle d'El Boroudj.

Après la période des grands charriages du Rif et des nappes poussées en avant jusqu'à la ligne El Hammam-Ain Djemaa-Fez-Taza, la mer tortonienne du détroit sud-rifain envoyait encore un golfe profond jusque vers Skourrat ¹, au coude du Guigou-Sebou actuel.

Puis la surrection de la fin du Tortonien montre les sables et grès de l'étage jusqu'à la cote 800 au-dessus d'El Hadjeb, 1 000 près de Sefrou et 1 200 au Nord de Skourrat. en même temps que

1. Occupé sur un autre point je n'ai pu aller dans cette région avec la colonne mobile de Meknès en 1917, au moment des affaires de Skourrat, mais j'ai reçu du capitaine Michel, du Service géodésique du Maroc, plusieurs *Ostrea crassissima* provenant de Titentazert à 7 km. de l'oued Sebou, « région de collines sablonneuses ». La mer tortonienne est donc venue au moins jusque là. — La cote de ce point doit être environ 1 200 m.

des mouvements épirogéniques achèvent de briser en compartiments la partie nord-est actuelle de la meseta marocaine.

Il est curieux de constater l'existence de ce large golfe miocène entre la meseta jurassique et le dj. Moussa, golfe qui vient précisément s'enfoncer vers ce que je pense être la fin du Moyen Atlas. J'estime que c'est un fait venant à l'appui de mon hypothèse.

Il serait fort à désirer que l'on pût passer de Skourrat à Enjil, mais si on a été à Skourrat en 1916, on n'a pu y retourner depuis et je ne crois pas qu'Enjil soit encore occupé.

Il doit y avoir là une jonction de chaînes assez curieuse si mon hypothèse est exacte, plus complexe certainement que la jonction de ce genre que l'on constate en Tunisie à la butée de la chaîne de Gafsa contre le flanc sud du monoclinal du dj. Younés.

Je terminerai ce court historique en attirant l'attention sur un fait relatif au calcaire lacustre du Pliocène inférieur de Meknès : ce calcaire, qui couvre la plaine du Saïs monte de la cote 500 à Meknès à la cote 800 au pied d'Agourai. Les mouvements épirogéniques ont donc continué pendant le Pliocène déterminant soit l'affaissement de la partie NW de la meseta soit un nouvel exhaussement des autres compartiments ; à El Hadjeb l'inclinaison de 6 à 8° du calcaire lacustre marque un jeu relatif des compartiments I et III, sur le croquis de la figure 1.

Le noyau amygdaloïde d'Assaka montre également une inclinaison du Pliocène lacustre vers le centre : ce noyau a donc continué à subir lui aussi l'effet des mouvements épirogéniques jusque durant le Pliocène.

Le rappel de ces constatations peut être utile comme contribution à l'étude des mouvements qui ont parachevé la fermeture du détroit sud-rifain.

Conclusion. — Dans l'état actuel des connaissances géographiques sur la région du Moussa et du Bou Iblan, tout ce qui est émis ci-dessus en dehors de l'exposé des observations faites, ne peut être encore qu'une hypothèse, hypothèse inspirée surtout, je le rappelle, par la vue de la chebka et par la difficulté de faire concorder les alignements de plis relevés dans le Moyen Atlas de Timhadit avec ce qu'on connaît déjà de la région située au Sud de Taza. Ces suppositions ont au moins le mérite d'être simples et ne me paraissent soulever aucune objection tectonique.

(Metlaoui, 1^{er} mars 1920).

LE TOARCIEN SUPÉRIEUR DANS LA RÉGION SUD-EST DE L'AVEYRON

PAR J. Monestier¹.

Le *Toarcien supérieur* comprend la série des dépôts qui s'échelonnent depuis la disparition de *Harpoceras bicarinatum* ZIETEN, et des *Haugia*, *Cœloceras* et autres formes caractéristiques des assises supérieures du Toarcien moyen, jusqu'à l'apparition des premières *Dumortiera*, propres à l'*Aalenien inférieur*.

Il correspond à l'ensemble des couches que Reynès, dans son *Essai de géologie et de paléontologie aveyronnaise* désignait, en donnant une liste assez étendue de leurs fossiles, mais sans y établir de subdivisions comme *zone à Ammonites jurensis*, et que Argeliez², dans ses tableaux des fossiles de l'Aveyron, envisageait sous la division C du Toarcien. Ces assises que Fabre³ avait, en 1893, sommairement distinguées, dans le Toarcien de la Lozère, assez analogue à celui de l'Aveyron, en *zone à Harpoceras radians*, et *zone à Paroniceras sternale*, ont été comprises plus tard par Nicklès⁴ et par les auteurs de la Carte géologique de France, soit comme *zone à Harpoceras fallaciosum*, soit comme système des deux zones à *Ammonites radians* (*auct.*) et à *Hammatoceras insigne*.

La contrée sur laquelle a spécialement porté notre étude s'étend depuis le versant SW du causse de Sauveterre jusqu'aux sources de l'Orb, et comprend, aux flancs et sur le pourtour du plateau du Larzac et autres causses voisins, les principaux groupes d'affleurements toarciens ci-après : 1^o Groupe de Rivière. 2^o Groupe de Millau et Saint-Georges de Luzençon. 3^o Groupe du Cernon supérieur. 4^o Groupe de Tournemire. 5^o Groupe de Saint-Paul et Saint-Beaulize. 6^o Groupe de Bosc et Antignes. 7^o Groupe de Cornus et Vinens. 8^o Groupe du Guilhomard (Saint-Rome, Panissargues, Tournadou, Larroussel, le Clapier, la Bastide des Fons).

Dans la première partie du présent travail, nous exposerons les caractères stratigraphiques et paléontologiques du Toarcien supérieur dans la région considérée, en distinguant les zones successives qui s'y manifestent, avec leurs traits particuliers en les divers gisements, et en donnant un tableau général de ses fossiles, avec indication de leurs niveaux et provenances. Dans une deuxième partie

1. Note présentée aux séances du 18 mai 1914 et du 18 juin 1917.

2. ARGELIEZ. Notice géologique et paléontologique sur les terrains sédimentaires de l'Aveyron *Congrès scientifique de France à Rodez*, 1874.

3. FABRE. Compte rendu d'excursions de la Société géologique de France en Lozère. *B. S. G. F.*, (3), XXI, 1893.

4. NICKLÈS. Le Lias de Tournemire, *B. S. G. F.*, (4), VII, 1907.

nous comparerons ces formations avec les dépôts correspondants des autres pays.

Dans un mémoire, nous avons étudié la faune de quelques Ammonites rares ou peu connues et de la plupart des Ammonites nouvelles propres à ces niveaux ¹.

En concordance avec les dépôts du *Toarcien inférieur* (zone dite à *Harpoceras falciferum*) et du *Toarcien moyen* (zones dites à *Hildoceras bifrons* et à *Harpoceras bicarinatum*) le *Toarcien supérieur* de la région SE de l'Aveyron débute d'une façon à peu près générale, par un banc calcaro-marneux de 0 m. 03 à 0 m. 15 d'épaisseur, qui surmonte les marnes schisteuses tendres de la zone à *Harpoceras bicarinatum*.

Très visible dans les districts de Saint-Paul, Bosc, Antignes, Cornus et le Guilhomard, où sa coloration plus claire le distingue des marnes qu'il sépare, ce banc est moins apparent dans les districts de Rivière, Millau, Sainte-Eulalie-de-Cernon et Tournemire, où sa nuance gris bleuâtre est semblable à celle des couches voisines. Les débris glissés des marnes supérieures en dissimulent aussi assez fréquemment la présence. Mais toujours une observation attentive nous a permis de le découvrir.

Les Ammonites en provenant, à l'état de moules calcaro-marneux se distinguent facilement par ce caractère, même détachées de la roche d'origine, des Ammonites pyriteuses des marnes adjacentes.

Véritable couche de passage du Toarcien moyen au Toarcien supérieur, ce banc renferme maintes fois en plus des formes du groupe de *Grammoceras striatulum* Sow., caractéristiques de la base du Toarcien supérieur aveyronnais, quelques formes de la zone précédente, telles que *Harpoceras bicarinatum* ZIETEN, *Haugia variabilis* D'ORB., *Lillia Lilli* HAUER, *Peroñoceras* sp. Exceptionnellement, il réalise au Guilhomard, ainsi que nous le verrons, le groupement de faunes appartenant à plusieurs zones paléontologiques du Toarcien supérieur.

L'on ne doit pas confondre ce banc de base avec une assise à concrétions ovoïdes ou lenticulaires, plus ou moins irrégulières, juxtaposées parfois en banc continu, de calcaire marneux à grain fin cloisonné, qui, dans certains districts traverse les marnes du Toarcien moyen à peu près à la jonction des couches à *Harpoceras bicarinatum* et des couches à *Hildoceras bifrons*.

Chose remarquable, dans le district très limité sis à l'Est de

1. MONESTIER. Ammonites rares ou peu connues et Ammonites nouvelles du Toarcien supérieur du SE de l'Aveyron, *Mém. S.G.F. Paléontologie*, XIII, 1921.

Cornus, au Nord de la faille septentrionale de la Sorgue, l'assise calcaro-marneuse de la base du Toarcien supérieur se subdivise et se complique. Alors qu'aux environs immédiats de Cornus l'on trouve encore un banc calcaro-marneux unique, l'on constate, à 4 km. de ce village, à Malafosse, l'existence de deux bancs calcaro-marneux séparés par 0 m. 40 de marnes, et aux deux tiers de la distance entre Malafosse et la Pezade, l'on observe très nettement entre les marnes à *Harpoceras bicarinatum* ZIETEN et des marnes à *Grammoceras striatum* SOWERBY, un complexe en échelons de 1 m. 65 d'épaisseur, de six bancs calcaro-marneux, avec marnes schisteuses tendres intercalées, renfermant, sans que la séparation précise des faunes soit possible en raison de la rareté des fossiles à ce niveau, quelques Ammonites des deux zones. Les points exacts de subdivision de l'assise entre la Pezade et Cornus, recouverts par les éboulis et les cultures, ne peuvent d'ailleurs être reconnus.

Au-dessus de l'assise calcaro-marneuse ou du complexe de marnes et bancs calcaro-marneux de base que nous venons de signaler, la suite des dépôts du Toarcien supérieur, caractérisés par les riches faunes que nous aurons à préciser, se développe, sur une épaisseur variable, pouvant atteindre jusqu'à 18 mètres de marnes schisteuses tendres gris bleuâtre, avec parfois vers le haut, quelques assises gris jaunâtre, et cet ensemble aboutit aux marnes d'aspect analogue mais à feuilletés un peu plus fins de la base de l'Aalenien.

Les couches de ces formations, accidentées parfois de failles plus ou moins importantes, sont, en général, faiblement inclinées vers le N ou le NE. A l'Est de Cornus, aux abords des failles de la Sorgue, elles plongent plus fortement vers le N. Et sur le revers nord du Guilhomard elles se retrouvent redressées en sens inverse, presque verticales dans l'une des failles, dont elles contribuent à former la lèvre sud.

D'après nos observations sur la série des gisements, dont plusieurs tels que ceux de Saint-Paul, Bosc, Antignes et Cornus, vraiment typiques, offrent une série fossilifère, très nette, des diverses zones, et bien que pour quelques autres localités, les niveaux supérieurs soient très pauvres en fossiles, que pour d'autres, par suite probablement d'un phénomène d'abrasion contemporain de la sédimentation, il y ait eu disparition locale de certaines couches, et même exceptionnellement mélange de faunes successives, que presque toujours enfin l'on observe, aux confins de deux zones voisines, des couches de passage plus ou moins importantes, à faune mixte, l'on peut reconnaître

nettement, dans le Toarcien supérieur de la région SE de l'Aveyron, une succession de quatre faunes principales, et y distinguer ainsi quatre grandes zones, souvent très développées, que nous désignerons ainsi :

1° Zone à *Grammoceras striatulum* SOWERBY.

2° Zone à *Pseudogrammoceras expeditum* BUCKMAN = *fallaciosum* (auct).

3° Zone à *Polyplectus discoïdes* ZIETEN et *Hammatoceras insigne* SCHÜBLER.

4° Zone à *Pseudogrammoceras Reynesi* MONESTIER et *Phlyseogrammoceras dispansum* LYCETT.

ZONE A GRAMMOCERAS STRIATULUM SOWERBY

Caractères généraux. — La zone inférieure, dite zone à *Grammoceras striatulum* Sow. est parfois restreinte à l'assise calcaro-marneuse de base déjà signalée. Mais plus généralement, elle comprend encore un ensemble de marnes schisteuses tendres gris bleuâtre, d'épaisseur variable à la suite de cette assise. Elle est caractérisée par la présence des Ammonites du groupe de *Grammoceras striatulum* Sow. Ce sont : *Grammoceras striatulum* Sow., *Grammoceras penestriatulum* BUCKMAN, *Grammoceras toarcense* D'ORB. et aussi très exceptionnellement quelques autres *Grammoceras* assez rares, tels que *Grammoceras cf. audax* BUCKMAN, *Gr. peneglabrum* MONEST. *Gr. glabrum* MONEST. Paraissent également propres à cette zone : *Pseudogrammoceras Sæmanni* DUMORTIER et *Lytoceras sublineatum* OPPEL.

A ces espèces sont associés *Pseudogrammoceras quadratum* QUENSTEDT, *Lytoceras jurense* OPPEL, *Lytoceras sp. ind.* qui passeront dans la zone à *Pseudogrammoceras expeditum*, et encore *Lytoceras cf. Germaini* POMPECKI non D'ORB., que nous retrouverons jusque dans la zone à *Polyplectus discoïdes*.

Les couches à *Grammoceras striatulum* donnent, d'autre part, mais peu fréquentes, quelques Ammonites déjà apparues au Toarcien moyen : *Phylloceras Nilssoni* HÉBERT, qui disparaîtra dans la zone à *Pseudogrammoceras expeditum*, *Phylloceras heterophyllum* Sow., qui s'élèvera jusque dans la zone à *Polyplectus discoïdes*, *Phylloceras aveyronnense* MENEGHINI, *Phylloceras Thevenini* MONEST. et *Paroniceras sternale* D'ORB. que nous rencontrerons dans tout le Toarcien supérieur.

A la partie inférieure de la zone, soit à la surface du banc calcaro-marneux de base, soit entre les deux bancs supérieurs du complexe de marnes et bancs calcaro-marneux spécial à la

région entre Vinens et la Pezade, l'on observe souvent un horizon exceptionnellement riche en Bélemnites, comprenant : *Belemnites tripartitus* SCHL. en plusieurs variétés, *Belemnites sp.* et plus rarement *Belemnites irregularis* SCHLOTHEIM, *Belemnites pyramidalis* TIETEN.

Les premières couches de la zone à *Grammoceras striatulum* renferment parfois *Nautilus astacoides* YOUNG et RIND, *Nautilus sp.*, et aussi *Pentacrinus jurensis* QUENSTEDT.

Quant aux Gastéropodes et Lamellibranches, ils sont très rares dans l'Aveyron à ce niveau du Toarcien supérieur.

La zone à *Grammoceras striatulum* chevauche presque toujours vers le haut sur la zone à *Pseudogrammoceras expeditum* en donnant lieu à un horizon commun, d'épaisseur variable, marqué par une association des principales espèces des deux zones.

Gisements. — A Rivière, les couches à *Grammoceras striatulum* affectent, au-dessus du banc calcaro-marneux de base, peu fossilifère, mais qui supporte un lit riche en Bélemnites, une épaisseur d'environ trois mètres de marnes dont un m. en commun avec la zone suivante. Elles sont très fossilifères dans ce district, avec presque toutes les espèces de la zone; et c'est là surtout que l'on rencontre, en petits spécimens, *Lytoceras jurensis* ZIETEN, très rare partout ailleurs. Sur certains points, l'on observe un lit intercalaire à *Pentacrinus jurensis* QUENSTEDT.

Au Pech d'Andan près Millau, où les assises toarciennes sont généralement recouvertes par les éboulis bajociens, l'on remarque, à certains affleurements, tels que celui du col de Saliès, sur une épaisseur d'environ 5 mètres, des marnes à *Grammoceras striatulum* Sow. et autres *Grammoceras* du groupe, donnant vers le haut, sur quelques centimètres un niveau commun avec les couches à *Pseudogrammoceras expeditum* БУСКМ.

A Saint-Georges-de-Luzençon, l'ensemble du Toarcien moyen et du Toarcien supérieur, d'une épaisseur très réduite, peut-être avec des lacunes, et presque toujours remanié par les cultures est à peu près sans fossiles. Nous n'y avons pas trouvé d'espèces caractéristiques de la zone.

A Sainte-Eulalie-de-Cernon, les couches à *Grammoceras striatulum* comprennent le banc calcaro-marneux de base, et une épaisseur assez faible de marnes au-dessus, le tout peu fossilifère.

A Tournemire, la faune à *Grammoceras striatulum* peu abondante, à son domaine réduit au banc calcaro-marneux de base

du Toarcien supérieur, et à quelques centimètres de marnes à la suite.

A Saint-Paul et à Saint-Beaulize, le banc calcaro-marneux de base contient la plupart des espèces de la zone. Celle-ci se développe au-dessus, très fossilifère, sur environ 2 mètres de marnes dont la plus grande épaisseur environ 1 m. 50, chevauche sur la zone suivante, et renferme non moins abondamment les Ammonites de la zone à *Pseudogrammoceras expeditum*.

A Antignes, la faune à *Grammoceras striatulum* se manifeste, très bien représentée, soit dans le banc calcaro-marneux de base, soit sur une épaisseur complémentaire de 0 m. 80 de marnes, en fournissant sur quelques centimètres vers le haut un niveau commun avec la zone suivante. L'horizon riche en Bélemnites à la surface du banc calcaro-marneux est ici très apparent.

A Cornus, nous avons des couches analogues à celles d'Antignes, mais avec les particularités déjà signalées de la subdivision de l'assise de base, depuis les abords du hameau de Vinens jusque vers la Pezade.

Dans la région du Guilhomard, soit à Saint-Rome et à Panis-sargues, soit à Tournadou, Larroussel, le Clapier et la Bastide des Fons, la zone à *Grammoceras striatulum*, au lieu de s'étendre à des marnes superposées au banc calcaro-marneux de base, est réduite à ce banc, où sa faune se trouve même associée ainsi que nous le verrons à des faunes des deux zones suivantes à *Pseudogrammoceras expeditum*, et à *Polyplectus discoides* et *Hammatoceras insigne*.

ZONE A *PSEUDOGRAMMOCERAS EXPEDITUM* BUCKMAN

Caractères généraux. — La zone à *Pseudogrammoceras expeditum* BUCKM. est constituée, en général, par un ensemble de marnes schisteuses tendres, gris bleuâtre, d'épaisseur très variable, pouvant atteindre 6 mètres, séparées du banc calcaro-marneux de base du Toarcien supérieur, par les marnes à *Grammoceras striatulum*, mais elle aboutit parfois jusqu'à ce banc, ainsi que nous l'avons déjà noté au plateau du Guilhomard. Elle est caractérisée par la présence des Ammonites du groupe de *Pseudogrammoceras fallaciosum* BAYLE. Parmi elles prédominent *Pseudogrammoceras expeditum* BUCKMAN en plusieurs variétés, et une forme voisine de *Pseudogrammoceras pedicum* BUCKMAN. L'on rencontre aussi, mais plus rarement *Pseudogrammoceras Cottesioldiæ* BUCKMAN et *Pseudogrammoceras cf.*

regale BUCKMAN. Quant à *Pseudogrammoceras fallaciosum* BAYLE *stricto sensu*, tel que l'a délimité Buckman il paraît absent des gisements aveyronnais.

A ces espèces s'adjoignent *Pseudogrammoceras quadratum* QU. qui appartenait déjà à la zone précédente, *Pseudolioceras beauliziense* MONEST., *Pseudolioceras rivierense* MONEST., quelques autres enfin rencontrées par spécimens isolés, telles que *Pseudogrammoceras subquadratum* BUCKMAN, *Pseudogrammoceras Bingmanni* DENCKMANN.

Nous avons encore, toujours rares dans cette zone, les Ammonites ci-après, rencontrées dès le Toarcien moyen : *Phylloceras Nilssoni* HÉBERT, dont la zone verra la disparition, *Phylloceras heterophyllum* SOW. qui s'élèvera dans la zone à *Polyplectus discoides*, *Phylloceras aveyronnense* MENEGH., *Phylloceras Thevenini* MONEST. et *Paroniceras sternale* D'ORB., que nous savons exister dans tout le Toarcien supérieur.

En fait de Bélemnites, ces couches renferment les formes ordinaires du Toarcien, *Belemnites tripartitus* SCHL., en plusieurs variétés, *Belemnites pyramidalis* ZIETEN.

Elles sont très pauvres en Gastéropodes et Lamellibranches, donnant quelquefois cependant *Nucula Hammeri* DEFRANCE, *Nucula Hausmanni* ROLMER, *Turbo subangulatus* GOLDFUSS en moules pyriteux.

La zone à *Pseudogrammoceras expeditum* possède à la base, ainsi que nous l'avons déjà noté, des couches communes avec la zone à *Grammoceras striatulum*.

Dans la plupart des gisements, elle ne semble pas empiéter sur la zone suivante. Au Guilhomard toutefois, ainsi que nous le verrons, la pénétration réciproque des deux zones sur une faible épaisseur n'est pas douteuse.

Gisements. — A Rivière, la zone à *Pseudogrammoceras expeditum*, avec ses espèces ordinaires, embrasse une épaisseur d'environ 5 mètres de marnes, dont un m. commun avec la zone précédente.

Au Puech d'Andan près Millau, l'on peut observer, au col de Saliès, faisant suite aux marnes à *Grammoceras striatulum* avec un niveau commun de quelques centimètres une faible épaisseur de marnes renfermant *Pseudogrammoceras expeditum* BUCKM., *Pseudogrammoceras quadratum* QU., *Pseudolioceras rivierense* MONESTIER.

A Saint-Georges-de-Luzençon où nous avons déjà signalé le peu d'épaisseur du Toarcien moyen et supérieur, nous n'avons pas recueilli d'Ammonites de cette zone.

A Sainte-Eulalie-de-Cernon, la faune à *Pseudogrammoceras expeditum* s'observe, assez marquée, sur environ 2 mètres de marnes.

A Tournemire, où le Toarcien supérieur affecte une épaisseur totale d'environ 1 m. 70, les couches à *Pseudogrammoceras expeditum*, fossilifères, constituent la plus grande partie de ses assises.

A Saint-Paul et Saint-Beaulize, ces couches, remarquablement fossilifères, donnent à peu près toutes les espèces de la zone. Elles comprennent environ 5 m. 50 de marnes, dont 1 m. 50 à la base, communs avec la zone à *Grammoceras striatulum*.

A Antignes, la zone à *Pseudogrammoceras expeditum* aussi très fossilifère, est représentée par environ 6 m. 80 de marnes, dont quelques centimètres communs avec la zone précédente.

A Cornus, l'épaisseur des couches de la zone, très fossilifère encore, se réduit à environ 3 m. 40, dont une faible partie chevauche sur les couches à *Grammoceras striatulum* Sow.

Au Guilhomard (Saint-Rome, Panissargues, Tournadous, Larroussel, le Clapier, la Bastide-des-Fons), la faune à *Pseudogrammoceras expeditum* nous avait d'abord semblé faire défaut. Une observation minutieuse nous a montré qu'elle s'y trouvait aussi représentée par quelques Ammonites caractéristiques, mais associée à des formes de la zone suivante à *Polyplectus discoides* et *Hammatoceras insigne*, et à peu près cantonnée dans le banc calcaro-marneux de base du Toarcien supérieur, et une minime épaisseur de marnes au-dessus.

ZONE A *POLYPLECTUS DISCOIDES* ZIETEN et *HAMMATOCERAS INSIGNE* SCHÜBLER

Caractères généraux. — La zone à *Polyplectus discoides* ZIETEN et *Hammatoceras insigne* SCHÜBLER, encore formée de marnes schisteuses tendres, d'épaisseur oscillant entre quelques centimètres et environ 4 mètres, gris bleuâtre dans la masse principale, parfois gris jaunâtre à l'un des niveaux supérieurs, succède à la zone à *Pseudogrammoceras expeditum*, sans distinction lithologique, et en général sans niveau commun apparent. Elle est caractérisée, dans son ensemble, par la présence de *Polyplectus discoides* ZIETEN qui abonde dans la plupart des gisements aveyronnais.

A cette espèce sont associées, propres à la même zone, mais bien moins fréquentes, les Ammonites suivantes : *Hammatoceras speciosum* JANENSCH, *Hammatoceras insigne* SCHÜBLER et autres formes de ce groupe, *Harpoceras Pervinquieri* MONEST. et plus rarement *Lytoceras pseudo Trautscholdi* MONEST. C'est aussi dans

cette zone exclusivement qu'en certains gisements privilégiés, tels que ceux d'Antignes, Cornus et le Guilhomard, l'on peut rencontrer quelques formes exceptionnellement rares : *Paroniceras sulcatum* MONEST., *Paroniceras undulosum* M., *Paroniceras evolutum* M., *Lytoceras irregulare* POMPECKJ, *Lytoceras rude* M., *Lytoceras sp. ind.*, *Pseudogrammoceras podagrosium* M., *Pseudogrammoceras Cossmanni* M., *Hildoceras Emilianum* REYNÈS, *Hildoceras Boissei* M., *Oxyntoceras Meunieri* MONESTIER.

Certaines formes, déjà notées aux niveaux précédents, telles que *Phylloceras heterophyllum* Sow., *Lytoceras cf. Germani* POMPECKJ non D'ORB., *Pseudolioceras beauliziense* MONEST. se retrouvent dans cette zone et semblent y disparaître.

D'autres, au contraire, telles que *Lytoceras coarctatum* POMPECKJ, *Lytoceras Trautscholdi* OPPEL apparaissent dans la zone à *Polyplectus discoides* et s'élèveront dans la zone à *Pseudogrammoceras Reynesi*.

La zone à *Polyplectus discoides* et *Hammatoceras insigne* renferme, bien entendu, les Ammonites communes à tout le Toarcien supérieur : *Phylloceras aveyronnense* MENEGHINI, *Phylloceras Thevenini* MONEST., *Paroniceras sternale* D'ORB., qui y reçoivent même leur principal développement.

Vers le tiers supérieur se manifeste assez abondamment dans certains gisements une Ammonite qui passera dans la partie principale de la zone à *Pseudogrammoceras Reynesi*, *Hammatoceras præfallax* MONESTIER.

Enfin, à sa partie terminale, la zone à *Polyplectus discoides* et *Hammatoceras insigne* présente des couches de passage à la zone suivante, marquées, indépendamment de *Hammatoceras præfallax* M., par une association de quelques spécimens du *Polyplectus discoides* ZIETEN et de *Hammatoceras insigne* SCHÜBLER avec une faune d'Ammonites comprenant *Pseudogrammoceras Reynesi* M., *Phlyseogrammoceras dispansum* LYCETT, *Pseudolioceras Authelini* M., *Pseudolioceras Lapparenti* M., *Harpoceras Wunstorfi* M., *Agassiceras differens* WUNSTORF, *Agassiceras tenue* MONESTIER.

C'est au niveau de ces couches de passage que nous avons recueilli à Saint-Paul et Saint-Beaulize trois de nos spécimens d'une Ammonite remarquable : *Lapparentia Ressouchei n. g.* MONESTIER.

La zone à *Polyplectus discoides* et *Hammatoceras insigne* renferme d'autre part, *Belemnites brevirostris* D'ORBIGNY propre à cette zone et à la zone suivante, et *Belemnites tripartitus* SCHL., *Belemnites breviformis* VOLTZ, *Belemnites pyramidalis* ZIETEN, qui appartiennent à tout le Toarcien supérieur.

Nous y avons récolté par exemplaires isolés *Thecoyathus maetra* GOLDFUSS à l'état pyriteux.

Enfin, dans la plupart des gisements, l'on observe, vers le tiers supérieur de cette zone, à peu près au niveau d'apparition de *Hammatoceras præfallax* M., un horizon spécial marqué souvent par une coloration gris jaunâtre ou ocreuse des marnes, très riche en petits Gastéropodes et Lamellibranches comprenant surtout *Turbo subangulatus* GOLDF., *Turbo* sp., *Purpurina Patrocles* D'ORB., *Nucula Hausmanni* RÖEMER, *Nucula Hammeri* GOLDFUSS, *Nucula subovalis* GOLDF. plus rarement *Turbo-Capitanei* GOLDF., *Nucula jurensis* QU., *Nucula acuminata* GOLDF., toujours à l'état de moules pyriteux.

Gisements. — A Rivière, la zone à *Polyplectus discoïdes* et *Hammatoceras insigne*, avec quelques rares exemplaires de ces deux Ammonites embrasse une épaisseur de marnes d'environ un mètre.

Au Puech d'Andan près Millau, le petit gisement du col de Saliès donne quelques spécimens de *Polyplectus discoïdes* ZIETEN sur une épaisseur très réduite de marnes au-dessus des couches à *Pseudogrammoceras expeditum*.

A Saint-Georges-de-Luzençon nous n'avons pas recueilli de fossiles de la zone.

A Sainte-Eulalie-de-Cernon, celle-ci est parfaitement caractérisée comprenant, sur une épaisseur d'environ un m. des marnes à *Polyplectus discoïdes* ZIETEN avec *Hammatoceras insigne* SCHÜBL., et vers le haut un horizon de passage avec *Agassicerias tenue* M., *Agassicerias differens* WUNSTORF, *Hammatoceras præfallax* MONESTIER.

A Tournemire, l'on peut recueillir, sur quelques centimètres de marnes faisant suite aux couches plus importantes à *Pseudogrammoceras expeditum* BUCKM., quelques spécimens de *Polyplectus discoïdes* ZIETEN.

A Saint-Paul et Saint-Beaulize, la zone à *Polyplectus discoïdes* et *Hammatoceras insigne*, assez fossilifère, affecte une épaisseur de marnes de un m., avec un niveau très marqué à Gastéropodes et Lamellibranches vers le tiers supérieur, et une couche de passage à la zone suivante.

A Bosc et Antignes les couches à *Polyplectus discoïdes* et *Hammatoceras insigne*, d'une épaisseur totale d'environ 5 m. 80 sont particulièrement fossilifères. Le gisement d'Antignes, avec presque toutes les espèces de la zone est l'un des plus typiques.

A Cornus les couches à *Polyplectus discoïdes* présentent un

dispositif analogue à celui d'Antignes, avec les mêmes espèces. Mais l'épaisseur des couches est réduite à 2 mètres.

Au Guilhomard la zone à *Polyplectus discoides* embrasse par un horizon très réduit, commun avec la zone à *Pseudogrammoceras expeditum*, la partie supérieure du banc calcaire-marneux de base du Toarcien supérieur, dont nous avons retiré *Polyplectus discoides* ZIETEN., *Hammatoceras insigne* SCHÜBL., *Lytoceras Trautscholdi* OPPEL. Et elle comprend, au dessus de ce banc, une épaisseur d'environ 1 m. 50 de marnes à faune très riche et très variée, semblable à celle d'Antignes.

ZONE A *PSEUDOGRAMMOCERAS REYNESI* MONESTIER et
PHLYSEOGRAMMOCERAS DISPANSUM LYCETT

Caractères généraux. — Cette quatrième zone, l'une des plus remarquables du Toarcien supérieur aveyronnais, embrasse, indépendamment des couches de passage à la zone précédente déjà signalées, une épaisseur de 3 à 7 mètres, le plus souvent de 3 m. 50, de marnes schisteuses tendres, gris jaunâtre vers la base et vers le sommet, gris bleuâtre en la masse principale, précédant les marnes plus tendres et à feuillets plus fins de la zone inférieure à *Dumortieria* de l'Aalenien. Et elle est caractérisée par une faune très spéciale, assez pauvre en certains gisements, mais des plus abondantes et des plus variées dans la région de Saint-Paul, Antignes, Cornus et le Guilhomard.

Les Ammonites prédominantes propres à cette zone sont : *Pseudogrammoceras Reynesi* M. et *Pseudolioceras Authelini* M. en multiples variétés. Caractéristiques également, mais plus rares sont : *Harpoceras Wunstorfi* M. remarquablement polymorphe, *Phlyscogrammoceras dispansum* LYCETT., *Pseudolioceras Lapparenti* M. Plus rares encore s'y trouvent *Agassiceras differens* WUNSTORF, *Agassiceras tenue* M., *Hammatoceras fasciatum* JANENSCH, *Hammatoceras simulator* M., *Hildoceras Grüneri* DUMORTIER, *Pseudolioceras Suessi* M. Quelques autres Ammonites, de rareté extrême, telles que *Lytoceras rugiferum* POMPECKJ., *Lytoceras humilisimile* PRINZ, *Hildoceras Gaudryi* M., *Pseudogrammoceras Rouvillei* M., *Oxynticeras Buckmani* MONESTIER semblent également y avoir leur domaine exclusif.

Plusieurs de ces formes sont cantonnées à des niveaux déterminés : telles *Hildoceras Grüneri* DUM. qui caractérise un horizon unique de la partie moyenne, *Hammatoceras fasciatum* JANENSCH et *Hammatoceras simulator* M., qui se rencontrent seulement vers la partie supérieure et *Oxynticeras Buckmani* M. qui semble couronner la zone, à la limite de l'Aalenien.

Les couches à *Pseudogrammoceras Reynesi* et *Phlyseogrammoceras dispansum* donnent enfin *Lytoceras Trautscholdi* OPPEL, *Lytoceras coarctatum* POMPECKJ, *Lytoceras angustum* M. apparus dès la zone précédente ; et elles renferment les Ammonites communes à tout le Toarcien supérieur : *Phylloceras aveyronense* MENEGHINI, *Phylloceras Thevenini* M., *Paroniceras sternale* D'ORB.

Nous avons déjà noté pour *Hammatoceras præfallax* M. un domaine embrassant à la fois les couches supérieures de la zone à *Polyplectus discoïdes* et la partie principale de la zone à *Pseudogrammoceras Reynesi*.

L'on rencontre, d'autre part, outre les Bélemnites communes à tout le Toarcien supérieur, *Belemnites brevirostris* D'ORB. apparu dans la zone à *Polyplectus discoïdes* et *Belemnites parvus* HARTMAN, qui passera dans l'Aalénien.

Les Gastéropodes et Lamellibranches, qui formaient une faune très abondante à un niveau spécial de la zone à *Polyplectus discoïdes* et *Hammatoceras insigne*, persistent, mais relativement clairsemés, dans les couches inférieures de la zone à *Pseudogrammoceras Reynesi*.

Les marnes de cette zone donnent enfin parfois *Thecocyathus mactra* GOLDF., toujours à l'état de moules pyriteux.

Gisements. — A Rivière, l'on constate, au-dessus des marnes à *Polyplectus discoïdes*, et précédant d'autres marnes à feuillets plus minces, analogues à celles de l'Aalénien inférieur fossilifère du Guilhomard, une épaisseur d'environ 7 mètres de marnes schisteuses tendres gris bleuâtre et vers le haut gris jaunâtre, donnant quelques rares spécimens de *Pseudolioceras Authelini* M. et *Pseudogrammoceras Reynesi* MONESTIER.

Au col de Saliès, sur le versant nord du Puech d'Andan près Millau, l'affleurement des marnes au-dessus des couches à *Polyplectus discoïdes* renferme, sur une épaisseur d'environ 3 m. 40, un certain nombre d'espèces caractéristiques de la zone.

A Saint-Georges-de-Luzençon nous avons récolté dans les couches peu épaisses et confondues du Toarcien supérieur quelques rares spécimens de *Pseudogrammoceras Reynesi* MONESTIER.

A Sainte-Eulalie-de-Cernon, la zone à *Pseudogrammoceras Reynesi* est déjà très caractérisée, affectant une épaisseur de marnes d'environ 3 mètres, et donnant les espèces principales de cet horizon, avec, à la base, une couche de passage contenant *Agassiceras tenue* M. et *Polyplectus discoïdes* ZIETEN.

A Tournemire, la zone est peu fossilifère. L'on peut cependant, en certains points, recueillir sur une épaisseur de quelques

décimètres de marnes faisant suite à l'horizon à *Polyplectus discoides* quelques exemplaires de *Pseudogrammoceras Reynesi* M. et de *Pseudolioceras Authelini* MONESTIER.

A Saint-Paul, la zone à *Pseudogrammoceras Reynesi* et *Phlyseogrammoceras dispansum* est représentée par une épaisseur de 3 m. 50 de marnes gris jaunâtre à la base, gris bleuâtre au-dessus, puis encore gris jaunâtre, renfermant les principales formes de ces niveaux.

A Saint-Beaulize la zone présente un dispositif analogue à celui de Saint-Paul, mais se trouve encore plus fossilifère.

A Antignes les couches à *Pseudogrammoceras Reynesi* et *Phlyseogrammoceras dispansum* réalisant sur une épaisseur d'environ 5 m. une stratigraphie typique, fournissent une faune, qui comprend à peu près toutes les espèces de la zone.

A Cornus, c'est-à-dire entre Cornus et la Pezade, la zone à *Pseudogrammoceras Reynesi* avec tous ses fossiles caractéristiques, où prédominent, abondants, *Pseudogrammoceras Reynesi* M., *Pseudolioceras Authelini* M., et *Harpoceras Wunstorfi* M. en leur multiples variétés, est représentée par un système de marnes de 3 m. 40 d'épaisseur, analogue à celui d'Antignes.

Au Guilhomard, cette même zone, très fossilifère, avec la plupart des espèces caractéristiques se développe sur 3 à 5 mètres de marnes schisteuses tendres, semblables à celles d'Antignes. Au-dessus, viennent des marnes schisteuses à feuillets plus minces et plus friables, avec faune à *Dumortieria*, constituant l'horizon inférieur fossilifère de l'Aalenien.

DESCRIPTION DU GISEMENT TYPIQUE D'ANTIGNES

Ce gisement se développe aux bords d'une des branches du ruisseau d'Antignes, en une sorte de redan en éperon, terminé vers le haut en butte secondaire, avec pentes ravinées au Sud et à l'Ouest. Au-dessus de marnes étalées de la zone à *Hildoceras bifrons*, les couches de la zone à *Harpoceras bicarinatum*, celles des quatre zones du Toarcien supérieur, et les premières assises de l'Aalenien s'échelonnent en hauteur, sur les pentes jusqu'au sommet de la butte, avec étalement partiel des couches à *Pseudogrammoceras Reynesi* vers la partie supérieure du gisement au NE jusqu'aux cultures voisines.

En n'envisageant ici que le Toarcien supérieur, nous avons, au-dessus des marnes à *Harpoceras bicarinatum* ZIETEN la série suivante sur 17 m. 20 :

Banc de calcaire marneux blanchâtre, assez effritable, renfermant abondamment, mais presque toujours fragmentées, les Ammonites de la zone à *Grammoceras striatum*, avec quelques Ammonites de la zone précédente. 0 m. 09

Lit à Bélemnites. 0 m. 01

Marnes schisteuses tendres gris bleuâtre à *Grammoceras striatum* Sow. et autres espèces de la zone, avec adjonction vers le haut de quelques formes de la zone à *Pseudogrammoceras expeditum*. 0.80

Marnes schisteuses tendres gris bleuâtre à *Pseudogrammoceras expeditum* BUCKMAN, et autres espèces de la zone, sans les *Grammoceras* de la zone précédente. 6.80

Marnes schisteuses tendres gris bleuâtre à *Polyplectus discoïdes* ZIETEN abondant, avec *Hammatoceras speciosum* JANENSCH, *Hammatoceras insigne* SCHUBLER et autres espèces de la zone (*Lytoceras*, *Phylloceras*, *Paroniceras*, etc...) sans mélange d'Ammonites des zones voisines. 3.40

Marnes schisteuses tendres gris jaunâtre, particulièrement fossilifères, avec *Polyplectus discoïdes* ZIETEN, *Hammatoceras insigne* SCHUBL., *Hammatoceras præfallax* M. etc... et une faune complémentaire abondante à petits Gastéropodes et Lamellibranches. 0.70

Marnes schisteuses tendres gris bleuâtre avec *Pseudogrammoceras Reynesi* M., *Pseudolioceras Anthelini* M., *Harpoceras Wunstorfi* M., *Phlyseogrammoceras dispansum* LYCETT et autres espèces de la zone supérieure, associés à *Hammatoceras præfallax* M. avec les mêmes Gastéropodes et Lamellibranches que précédemment et parfois encore *Polyplectus discoïdes* ZIETEN et *Hammatoceras insigne* SCHÜBL. 0.70

Marnes schisteuses tendres gris jaunâtre très fossilifères renfermant les Ammonites ordinaires de la zone à *Pseudogrammoceras Reynesi* et *Phlyseogrammoceras dispansum*, avec encore *Hammatoceras præfallax* M., mais sans *Polyplectus discoïdes* ZIETEN ni *Hammatoceras insigne* SCHÜBL. 0.50

Marnes schisteuses tendres grisâtres avec la même faune toujours riche, accusant vers le bas un niveau spécial à *Hildoceras Grüneri* DUMORTIER. 2 70

Marnes schisteuses tendres gris jaunâtre renfermant, toujours abondamment, les principales espèces de la zone à *Pseudogrammoceras Reynesi* et *Phlyseogrammoceras dispansum*, moins *Hammatoceras præfallax* M. avec apparition de *Hammatoceras fasciatum* JANENSCH et *Hammatoceras simulator* M. et donnant à la partie supérieure quelques spécimens de *Oxynoticeras Buckmani* M... 0.50

A cet ensemble succèdent sur 1 m. 50, jusqu'à l'extrémité de la butte, des marnes schisteuses tendres à feuillet plus minces et plus friables, base de l'Aalenien ici peu fossilifère, mais identiques d'aspect aux couches inférieures à *Dumortieria* du Guilhomard.

Voici le TABLEAU SYNOPTIQUE des espèces :

AMMONITES	Zone à Gram.					Zone à Pseudog.					Zone à Pseudog. Reynsl.					
	stratum.	de passage.	exptum.	discoides.	de passage.	Zone à Pseudog.	de passage.	Zone à Pseudog.	discoides.	de passage.	Zone à Pseudog.	de passage.	Zone à Pseudog.	discoides.	de passage.	Zone à Pseudog.
<i>Agassieras differens</i> WUNSTORF																
<i>Agassieras tenue</i> MONESTIER																
<i>Paroniceras sternale</i> D'ORBIGNY																
<i>Paroniceras sulcatum</i> M.																
<i>Paroniceras undulosum</i> M.																
<i>Paroniceras evolutum</i> M.																
<i>Paroniceras cf. le Meslei</i> REYNÈS																
<i>Paroniceras n. sp. ind.</i>																
<i>Lytoceras jurense</i> ZÄTEN																
<i>Lytoceras humilissimile</i> PRINZ																
<i>Lytoceras sublineatum</i> OPPEL																
<i>Lytoceras Trautscholdi</i> M.																
<i>Lytoceras pseudo Trautscholdi</i> M.																
<i>Lytoceras cf. Germaini</i> POMPECKI non D'ORB.																
<i>Lytoceras coarctatum</i> POMPECKI																
<i>Lytoceras rude</i> M.																
<i>Lytoceras sp. ind.</i>																
<i>Lytoceras irregularare</i> POMPECKI																
<i>Lytoceras angustum</i> M.																
<i>Lytoceras rugiferum</i> POMPECKI																
<i>Lytoceras sp. ind.</i>																
<i>Phylloceras heterophyllum</i> SOWERBY																
<i>Phylloceras Nilssoni</i> HÉBERT																
<i>Phylloceras Thevenini</i> M.																

St^e-Eulalie (r), St-Paul (r), Antignes, Cornus, le Guilhomard.
 St^e-Eulalie (r), Bosc (r), Antignes, Cornus (r), le Guilhomard.
 Rivière (r), Ste-Eulalie (r), Tournemire (r), St-Paul, St-Beaulize, Bosc, Antignes (c), Cornus (c), le Guilhomard.
 Cornus (rr), le Guilhomard (rr).
 Antignes (rr), Cornus (rr), le Guilhomard (rr).
 Antignes (rr).
 Antignes (rr), Cornus (rr), le Guilhomard (rr).
 Antignes (rr).
 Rivière (r).
 Antignes (rr), Cornus (rr), le Guilhomard (rr).
 Rivière (r), St-Paul (r), Ant. (r), Cornus (r), le Guill. (r).
 St-Paul (r), Antignes, Cornus (r), le Guilhomard (r).
 Antignes (r), Cornus (r), le Guilhomard (r).
 Rivière (rr), Cornus (rr), le Guilhomard (rr).
 St-Paul (r), St-Beaulize (r), Antignes (r), Cornus (r), le Guilhomard (r).
 Antignes (rr), Cornus (rr), le Guilhomard (rr).
 Antignes (rr), Cornus (rr).
 Antignes (rr).
 Rivière (rr), Antignes (rr), le Guilhomard (rr).
 St-Paul (rr), Antignes (rr), Cornus (rr), le Guilhomard (rr).
 Rivière (r).
 Rivière (rr), Antignes (rr), le Guilhomard (rr).
 Rivière, St-Paul, Antignes, Cornus, le Guilhomard.
 Rivière (rr), St-Paul, St-Beaulize, Bosc, Antignes (c), Cornus, le Guilhomard.

AMMONITES	Zone à Gramm. striatum.	Zone de passage.	Zone à Pseudog. expeditum.	Zone à Polypl. discoides.	Zone de passage.	Zone à Pseudog. Reynesi.
<i>Phylloceras aveyronneuse</i> MENEGHINI.....	+	+	+	+	+	Rivière, St-Paul, St-Beaulize, Bosc, Antignes, Cornus, le Guilhomard.
<i>Grammoceras striatum</i> SOWERBY.....	+	+	+	+	+	Rivière, (c), Millau, Tournemire, St-Paul (c), St-Beaulize, Bosc, Antignes, Cornus, le Guilhomard.
<i>Grammoceras penestriatum</i> BUCKMAN.....	+	+	+	+	+	Rivière (c), Millau, Tournemire), St-Paul (c), St-Beaulize, Bosc, Antignes, Cornus (c), le Guilhomard.
<i>Grammoceras toarcense</i> d'ORBIGNY.....	+	+	+	+	+	Rivière (c), Millau, Tournemire, St-Paul, St-Beaulize, Bosc, Antignes, Cornus, le Guilhomard.
<i>Grammoceras cf. audax</i> BUCKMAN.....	+	+	+	+	+	Rivière (rr).
<i>Grammoceras glabrum</i> M.....	+	+	+	+	+	Rivière (rr).
<i>Grammoceras peneqlabrum</i> M.....	+	+	+	+	+	Rivière (r).
<i>Grammoceras sp. ind.</i>	+	+	+	+	+	Rivière (rr), St-Paul (rr).
<i>Pseudogrammoceras Semanni</i> DUMORTIER.	+	+	+	+	+	Rivière (rr).
<i>Pseudogrammoceras quadratum</i> QUENSTEDT	+	+	+	+	+	Rivière, St-Paul, St-Beaulize, Antignes, Cornus, le Guilhomard.
<i>Pseudogrammoceras n. sp. ind.</i>	+	+	+	+	+	Rivière, Millau, Tournemire, St-Paul, St-Beaulize, Bosc, Antignes, Cornus.
<i>Pseudogrammoceras cf. subquadratum</i> BUCKMAN.....	+	+	+	+	+	le Guilhomard (rr).
<i>Pseudogrammoceras cf. thrasu</i> BUCKMAN.....	+	+	+	+	+	Antignes (rr).
<i>Pseudogrammoceras Bingmanni</i> DENCKMANN.....	+	+	+	+	+	Rivière (rr).
<i>Pseudogrammoceras expeditum</i> BUCKMANN.	+	+	+	+	+	St-Paul (rr), St-Beaulize (rr).
<i>Pseudogrammoceras Cottlesvoldie</i> BUCKMAN.	+	+	+	+	+	Rivière (c), Millau, Ste-Eulalie, Tournemire, (c), St-Paul (cc), St-Beaulize (c), Antignes (c), Cornus (c), le Guilhomard (r).
						Tournemire, St-Paul, St-Beaulize, Cornus.

AMMONITES	Zone à Gramm.					
	striatulum.	Zone de passage.	Zone à Pseudog. expeditum.	Zone à Polypl. discoides.	Zone de passage.	Zone à Pseudog. Reynesi.
<i>Pseudogrammoceras cf. regale</i> BUCKMAN.						
<i>Pseudogrammoceras cf. pedicum</i> BUCKMAN.						
<i>Pseudogrammoceras cf. obesum</i> BUCKMAN.						
<i>Pseudogrammoceras Rouvilleti</i> M.			++	+		+
<i>Pseudogrammoceras podagrosom</i> M.			++	++		+
<i>Pseudogrammoceras Cossmanni</i> M.			++	++		+
<i>Pseudogrammoceras Reynesi</i> M.			++	++		+
<i>Phlysogrammoceras dispansum</i> LYCETT.						
<i>Pseudolioceras Beautiziense</i> M.			++	+		+
<i>Pseudolioceras Rivierense</i> M.			++	+		+
<i>Pseudolioceras sp. ind.</i>			+	?		+
<i>Pseudolioceras Authelini</i> M.						
<i>Pseudolioceras Schirardini</i> M.						
<i>Pseudolioceras Lapparenti</i> M.						
<i>Pseudolioceras Carezi</i> M.						
<i>Pseudolioceras Suessi</i> M.						
<i>Pseudolioceras sp. ind.</i>						
<i>Harpoceras Perinquieri</i> M.		+				
<i>Harpoceras Wunstorfi</i> M. var. <i>subfacifera</i> WUNST.						
— var. <i>subcostulata</i> ...						

St-Paul (rr).

St-Paul.

le Guilhomard (rr).

Antignes (rr), le Guilhomard (rr).

Antignes (rr), le Guilhomard (rr).

Antignes (rr), le Guilhomard (rr).

Rivière (rr), Millau, Ste-Eulalie, Tournemire (r), St-

Paul (c), St-Beaulize (c), Bosc (c), Antignes (cc),

Cornus (c), le Guilhomard (cc).

St-Paul, Antignes (c), Cornus (c), le Guilhomard,

Rivière, St-Paul, St-Beaulize, Antignes, Cornus.

Rivière, Millau, St-Paul, St-Beaulize, Bosc, Antignes, Cornus

St-Paul (rr), Antignes (rr), Cornus (rr).

Rivière (r), Millau (r), Ste-Eulalie, St-Paul, St-Beaulize,

Bosc, Antignes (cc), Cornus (cc), le Guilhomard (cc).

Antignes (rr), le Guilhomard (rr).

St-Paul (r), St-Beaulize (r), Bosc, Antignes, Cornus, le

Guilhomard.

Antignes (rr), Cornus (rr), le Guilhomard (rr).

Bosc (rr), Antignes (rr), le Guilhomard (rr).

Rivière (rr).

St-Paul, Antignes, Cornus, le Guilhomard (c).

St-Paul, St-Beaulize, Bosc, Antignes, Cornus (c), le

Guilhomard (c).

St-Paul, St-Beaulize, Bosc, Antignes (c), Cornus (c), le

Guilhomard (c).

St-Paul, St-Beaulize, Bosc, Antignes (c), Cornus (c), le

Guilhomard (c).

AMMONITES	Zone strat. gramm.	Zone de passage.	Zone à Pseudog. expditum.	Zone à Polypl. discoïdes.	Zone de passage.	Zone à Pseudog. Reynesi.	
<i>Harpoceras Wunstorfi</i> var. <i>cf. cœcilia</i> Dum.						++	le Guilhomard (rr). Millau (r), St-Paul, Ste-Eulalie, St-Beaulize, Antignes, Rivière, Millau (r), Ste-Eulalie, St-Paul (c), St-Beaulize, (c), Bosc, Antignes (cc), Cornus (cc), le Guilhomard (cc).
<i>Harpoceras Wunstorfi</i> var. <i>alternans</i>						++	Antignes (rr), Cornus (rr). St-Paul (rr), Antignes (r), Cornus (r), le Guilhomard (r), Cornus (c), le Guilhomard (c).
<i>Polyplectus discoïdes</i> ZIETEN.....				+			St-Paul (rr), St-Beaulize (rr), Antignes, (rr), Cornus (rr), le Guilhomard (rr).
<i>Oxyoliticeras Meunieri</i> M.....					+		le Guilhomard (rr). St-Paul (rr), le Guilhomard (rr).
<i>Oxyoliticeras Buckmani</i> M.....						+	Bosc, Antignes (c), Cornus, le Guilhomard (rr). Antignes (rr).
<i>Hildoceras Emilianum</i> REYNÈS.....				+		++	Rivière (rr), Ste-Eulalie (rr), St-Paul, St-Beaulize, Bosc, Antignes, Cornus, le Guilhomard.
<i>Hildoceras Boissei</i> M.....						++	le Guilhomard (rr). St-Paul (rr), le Guilhomard (rr).
<i>Hildoceras Gaudryi</i> M.....						++	Bosc, Antignes (c), Cornus, le Guilhomard.
<i>Hildoceras Grüneri</i> DUMORTIER.....						++	Antignes (rr).
<i>Hildoceras n. sp. ind.</i>				+		+	Rivière (rr), Ste-Eulalie (rr), St-Paul, St-Beaulize, Bosc, Antignes, Cornus, le Guilhomard.
<i>Hannatoceras insigne</i> SCHÜBLER.....						+	St-Paul (r), St-Beaulize (r), Bosc (r), Antignes, Cornus, le Guilhomard.
<i>Hannatoceras speciosum</i> JANENSCH.....						+	le Guilhomard (rr).
<i>Hannatoceras trigonatum</i> QUENSTEDT.....				++		+	Cornus (rr), le Guilhomard (rr). St-Paul, St-Beaulize, Ste-Eulalie, Bosc, Antignes (c), Cornus (c), le Guilhomard (c).
<i>Hannatoceras perplanum</i> PRINZ.....				++		+	Antignes (r), Cornus (r), le Guilhomard (r). Antignes (rr), Cornus (rr).
<i>Hannatoceras præfallax</i> M.....				++		+	St-Paul (rr), St-Beaulize (rr), Rivière (rr).
<i>Hannatoceras fasciatum</i> JANENSCH.....				++		++	
<i>Hannatoceras simulator</i> M.....				++		++	
<i>Lapparentia Ressonchei</i> n. gen. M.....				+		+	

AUTRES ESPÈCES		Zone à Gramm. striatum.	Zone à Pseudog. expeditum.	Zone à Polyp. discoïdes.	Zone à Pseudog. Reynsi.	
<i>Nautilus cf. asiacoides</i> YOUNG et BIRD		++				St-Paul (rr), le Guilhomard (rr).
<i>Nautilus cf. Jourdani</i> DUMORTIER		++				Rivière (rr).
<i>Nautilus sp.</i>		++	+			Rivière (rr).
<i>Nautilus sp.</i>						le Guilhomard (rr).
<i>Belemnites pyramidalis</i> ZIETEN, plus. var.		++	+			Partout (c).
<i>Belemnites sp.</i>		++	+			Partout.
<i>Belemnites tripartitus</i> SCHLOTHEIM, plus. var.		++	+			Partout.
<i>Belemnites irregularis</i> SCHLOTHEIM		++	+			Partout (r).
<i>Belemnites longisulcatus</i> VOLTZ		+				St-Paul (rr).
<i>Belemnites parvus</i> HARTMAN						Partout.
<i>Belemnites brevis</i> OSTREIS D'ORBIGNY						Partout.
<i>Belemnites cf. microstylus</i> PHILLIPS						Partout (r).
<i>Belemnites brevisformis</i> VOLTZ						Partout (rr).
<i>Belemnites unisulcatus</i> BLAINVILLE		+	+			St-Paul (rr), Cornus (rr).
<i>Belemnites cf. Quenstedti</i> OPPEL						Bosc (rr).
<i>Belemnites sp.</i>		+				Rivière (rr).
<i>Belemnites sp.</i>						le Guilhomard (rr).
<i>Belemnites sp.</i>						Ste-Eulalie (rr).
<i>Rhynchonella sp.</i>						Antignes (rr).
<i>Rhynchonella sp.</i>		+				St-Paul (rr).
<i>Terebratula sp.</i>		+				Antignes (rr).
<i>Nucula Haussmanni</i> ROEMER		+	+			Partout.
<i>Nucula Hammeri</i> DEFRENCE		+	+			Partout.
<i>Nucula subovalis</i> GOLDFUSS		+	+			Antignes (r), Cornus (r), le Guilhomard (r).

Dans le tableau ci-dessus nous indiquons, d'après nos recherches et matériaux, les diverses espèces du Toarcien supérieur de la région SE de l'Aveyron, en précisant leurs niveaux paléontologiques, leurs lieux de provenance, et leur degré local de rareté ou de fréquence.

COMPARAISON
DU TOARCIEEN SUPÉRIEUR DE LA RÉGION SE DE L'AVEYRON
AVEC CELUI DES AUTRES PAYS.

Il nous reste à comparer les formations que nous venons d'étudier avec les formations homologues des autres pays.

Nous n'envisagerons toutefois ni le Toarcien de la partie centrale de l'Aveyron, ni celui de la Lozère, assez analogue à celui de la région SE de l'Aveyron.

Bas-Languedoc. — Dans le Bas-Languedoc, au Pic Saint-Loup spécialement, M. Roman et Gennevaux¹, après de Rouville et Delage², ont signalé au-dessus de marnes très schisteuses à *Harpoceras falciferum*, d'autres marnes toarciennes assez fossilifères, renfermant du Toarcien supérieur aveyronnais, *Belemnites irregularis* SCHLOTHEIM, *Lytoceras sublineatum* OPPEL, *Lytoceras cf. irregulare* POMP., *Hildoceras quadratum* QU., *Grammoceras striatulum* SOW., *Grammoceras fallaciosum* BAYLE, *Polyplectus discoides* ZIETEN. Aucune subdivision paléontologique n'est indiquée pour ces couches.

Bordure SW du Massif Central. — Sur la bordure SW du Massif Central, M. Glangeaud³ et Thevenin⁴ ont reconnu entre les assises calcaires ou marneuses d'une zone toarcienne à *Hildoceras bifrons* et les formations calcaires d'une zone aalenienne à *Pleydellia aalensis*, séparé même souvent de ces dernières par un horizon à *Dumortieria*, un système de couches marneuses ou argileuses d'épaisseur variable, tantôt sans fossiles, tantôt avec une faune à *Grammoceras toarcense* D'ORB., *Pseudogrammoceras fallaciosum* BAYLE, *Hammatoceras insigne* SCHÜBL, *Belemnites irregularis* SCHL. Ces auteurs ont même pu, en certains points, distinguer des couches inférieures à *Grammoceras toarcense* D'ORB., et des couches supérieures à

1. ROMAN. Recherches stratigraphiques et paléontologiques dans le Bas-Languedoc (Th. Fac. Sc. de Lyon 1897). — ROMAN et GENNEVAUX. Etude sur les terrains jurassiques de la région du Pic Saint-Loup 1912.

2. DE ROUVILLE et DELAGE. Géologie du Pic Saint-Loup. *Ac. Sc. et Lett. de Montpellier*. Sc. 2^e série 1893.

3. GLANGEAUD. Le Jurassique à l'Ouest du Plateau central. *Bull. Serv. carte géolog. de France* VIII, n^o 50, 1895.

4. THEVENIN. Etude géologique de la bordure SW du Massif central *B. S. carte géolog. Fr.* XIV, n^o 93, 1903.

Hammatoceras insigne SCHÜBL. Nous avons bien là, avec une faune beaucoup plus pauvre, répartie en niveaux moins distincts, la représentation de l'ensemble des trois premières zones du Toarcien supérieur aveyronnais.

Seuil du Poitou. — Dans le Toarcien et l'Aalenien inférieur du seuil du Poitou et de la région de Thouars, M. Welsch¹ a relaté la succession des zones paléontologiques ci-après : 1° zone à *Harpoceras falciferum* SOW., 2° zone à *Hildoceras bifrons* BRUG., 3° zone à *Haugia variabilis* D'ORB., 4° zone à *Grammoceras toarcense* D'ORB., 5° zone à *Hammatoceras insigne* SCHÜBL., 6° zone à *Dumortieria radians* REINECKE, 7° zone à *Pleydellia aalensis* ZIETEN, 8° zone à *Lioceras opalinum* REIN. Les zones 1, 2 et 3 correspondent au Toarcien inférieur et moyen aveyronnais ; les zones 6, 7 et 8 aux assises inférieures de l'Aalenien de la même région. Quant à la zone 4, formée de marnes et calcaires marneux qui contiennent, à la partie inférieure *Grammoceras toarcense* D'ORB., et dans son ensemble les formes du groupe de *Pseudogrammoceras fallaciosum* BAYLE et de *Pseudogrammoceras Bingmanni* DENCKMANN, elle répond au système des deux zones aveyronnaises à *Grammoceras striatulum* et à *Pseudogrammoceras expeditum*. Et quant à la zone 5, constituée de calcaires marneux à oolithes ferrugineuses, avec *Pseudogrammoceras fallaciosum* BAYLE, *Pseudogrammoceras Cottenwoldiæ* BUCKMANN, *Phlyseogrammoceras* voisin de *dispansum* LYCETT, et *Hammatoceras insigne* SCHÜBL., elle représente la continuation des zones toarciennes de l'Aveyron, avec une faune bien plus pauvre et jusqu'à présent sans différenciation marquée des niveaux paléontologiques.

Normandie. — En Normandie, Deslongchamps², Munier-Chalmas³ et M. Bigot⁴ mentionnent, pour une région assez limitée, comme faisant suite à des couches à *Hildoceras bifrons* BRUG., des marnes et bancs calcaro-marneux donnant aussi *Grammoceras striatulum* SOW., *Pseudogrammoceras fallaciosum* BAYLE et *Hammatoceras insigne* SCHÜBL., mais sans aucune des Ammonites de la zone aveyronnaise à *Pseudogrammoceras Reynesi* et *Phlyseogrammoceras dispansum*.

Luxembourg et Nord de la Lorraine. — Les dépôts toar-

1. WELSCH. Terrains du seuil du Poitou *B. S. G. F.*, (4), III, 1903.

2. DESLONGCHAMPS. Etudes sur les étages jurassiques inférieures de Normandie, 1864.

3. MUNIER-CHALMAS. Etude préliminaire des terrains jurassiques de Normandie. *B. S. G. F.*, (3) XX, 1892.

4. BIGOT. Réunion extraordinaire de la Soc. géol. de Fr. à Caen, Flers et Cherbourg. *B. S. G. F.*, (4) III, 1904.

ciens du Luxembourg et du Nord de la Lorraine, étudiés par Chapuis et Dewalque¹, par Branco², par Benecke³, et par von Wervecke⁴ accusent nettement, au-dessus de marnes à *septaria* avec *Hildoceras bifrons* BRUG, un niveau spécial à *Grammoceras striatulum* Sow., auquel succèdent des marnes gréseuses à *Pseudogrammoceras fallaciosum* BAYLE, *Hammatoceras insigne* SCHÜBL., *Lytoceras jurense* ZIETEN, *Lytoceras coarctatum* POMP., et *Phlyseogrammoceras dispansum* LYCETT., et *Dumortieria Levesquei* D'ORB. Cet ensemble constitue bien l'équivalent réduit, et à faune plus pauvre, sans différenciation complète des niveaux paléontologiques des quatre zones du Toarcien supérieur aveyronnais, et de la zone aalenienne à *Dumortieria* qui y fait suite.

Sud de la Lorraine et bordure SE. du bassin de Paris. — Dans la région de Nancy et sur la bordure SE du bassin de Paris, Authelin⁵ et M. Joly⁶ ont caractérisé, au-dessus d'une zone à *Haugia* et *Cœloceras*, qui paraît identique à la zone supérieure du Toarcien moyen aveyronnais, un système d'assises qu'ils désignent, dans son ensemble, comme zone à *Grammoceras fallaciosum* BAYLE, et qu'ils divisent en trois niveaux : 1° un niveau inférieur peu épais, à marnes ferrugineuses, riches en Bélemnites, avec *Belemnites irregularis* SCHL. et *Belemnites tripartitus* SCHL., 2° un niveau moyen, d'assez grande épaisseur, formé de marnes à nodules, où dominant les formes du groupe de *Grammoceras fallaciosum* BAYLE, 3° et un niveau supérieur, peu fossilifère, de marnes micacées à nodules, où Authelin signale, par rares spécimens, des Ammonites du groupe de *Grammoceras striatulum* Sow., *Harpoceras cf. costula* REINECKE, et *Hammatoceras malagma* DUMORTIER. Le tout est surmonté des couches à minerai de fer avec *Dumortieria* et *Pleydellia aalensis* ZIETEN. Les niveaux inférieur et moyen d'Authelin et de M. Joly correspondent certainement aux deux zones inférieures du Toarcien supérieur de l'Aveyron. Quant au niveau supérieur,

1. CHAPUIS et DEWALQUE. Description des fossiles des terrains secondaires de la province du Luxembourg, 1853.

2. BRANCO. Der untere Dogger Deutsch. Lothring, *Abhandl. z. geol. k. d. Elsass Lothring.* 1879.

3. BENECKE. Beitr. z. Kenntniss des Jura in Deutsch Lothr. *Abh. z. geol. k. von Elsass. Lothr.* 1898. — BENECKE. Die Versteinerungen der Eisenerz-formation v. Deutsch. Lothr und Luxemburg. *Ibid.*, 1905.

4. VON WERVECKE. Gliederung der reichsländischen Lias und Doggers in den lothr-luxemburg. Jura, 1901.

5. AUTHELIN. Sur le Toarcien des environs de Nancy. *B. S. G. F.*, (3), XXVII, 1899.

6. JOLY. Le Jurassique inférieur et moyen de la bordure SE du bassin de Paris (Th. Fac. Sc. de Nancy 1908).

très peu fossilifère, et dont la position stratigraphique répondrait à celle des deux zones aveyronnaises à *Polyplectus discoides* et *Hammatoceras insigne*, et à *Pseudogrammoceras Reynesi* et *Phlyseogrammoceras dispansum*, l'on peut se demander, en admettant que les rares fossiles signalés dans ces couches n'aient pas été entraînés des assises voisines, si leur détermination n'a pas eu lieu sur exemplaires imparfaits entraînant certaines confusions d'espèces, telles par exemple que l'assimilation d'une variété à large ombilic de *Pseudogrammoceras Reynesi* M. ou de *Pseudogrammoceras Rouvillei* M. avec *Grammoceras striatulum* Sow., celle de *Harpoceras Wunstorfi* M. var. *subcostulata*, avec *Cotteswoldia costulata* ZIETEN, et celle de *Hammatoceras fasciatum* JANENSCH avec *Denckmannia malagma* DUMORTIER.

Mâconnais. — Dans le Toarcien des environs de Mâcon, nous aurions, d'après M. Lissajous¹, peu séparables de marnes gris bleuâtre à *Hildoceras bifrons* BRUG. et à *Cæloceras crassum* PHIL., et *Harpoceras bicarinatum* ZIETEN, des couches donnant parfois *Grammoceras striatulum* Sow., et plusieurs variétés de *Pseudogrammoceras fallaciosum* BAYLE, puis des marnes plus foncées à *Grammoceras toarcense* D'ORB. et *Lytoceras jurense* ZIETEN, avec quelques Gastéropodes et Lamellibranches, et enfin des marnes feuilletées gris bleuâtre, assez claires, contenant *Hammatoceras insigne* SCHÜBL. et autres formes de ce groupe, et diverses *Dumortieria*. D'autre part, M. Lissajous mentionne et figure (pl. IV, fig. 5, 6, et 7), comme *Pleydellia sp. ind.* en les rapportant avec doute à cette dernière zone, trois Ammonites qui ne semblent pas différer de *Phlyseogrammoceras dispansum* LYCETT. L'on peut donc admettre dans le Mâconnais, avec une distinction moins nette des divers niveaux, l'existence de la série des zones aveyronnaises du Toarcien supérieur, y compris la zone à *Pseudogrammoceras Reynesi* et *Phlyseogrammoceras dispansum*.

Bassin du Rhône. — Après Dumortier², qui, dans son œuvre classique sur les dépôts jurassiques du bassin du Rhône, a étudié les formes du Lias suivant les grandes divisions de l'étage, de Riaz³, M. Riche et M. Roman⁴, ont publié leurs observa-

1. LISSAJOUS. Toarcien des environs de Mâcon, 1906.

2. DUMORTIER. Etudes paléontologiques sur les dépôts jurassiques du bassin du Rhône I-IV, 1874.

3. DE RIAZ. Sur l'étage toarcien de la région lyonnaise B. S. G. F. (4) VI, 1907.

4. DE RIAZ, RICHE et ROMAN. Les minerais de fer, l'Aalénien et le Bajocien de la région lyonnaise, B. S. G. F., (4), XIII, 1913.

tions sur les dépôts toarciens de la région lyonnaise. A Saint-Romain Mont-d'Or, de Riaz établit une coupe de neuf assises charmouthiennes, toarciennes et aaleniennes, dont l'assise 5 (marnes calcaires foncées à *Grammoceras toarcense* D'ORB. et *Pseudogrammoceras fallaciosum* BAYLE, 0 m. 70) l'assise 6 (marnes grises à *Hammatoceras*, 0 m. 40) et l'assise 7 (marnes violettes sans fossiles, 0 m. 20) correspondent soit par leur faune, soit par leur position stratigraphique au système des quatre zones du Toarcien supérieur aveyronnais. C'est au sommet de son assise 8 à *Dumortieria* que de Riaz signale la présence de « *Lioceras* » *Grüneri* DUMORTIER. Cette espèce caractérise, dans l'Aveyron, un niveau très limité, bien moins élevé, de la zone à *Pseudogrammoceras Reynesi* et *Phlyseogrammoceras dispansum*. Mais les couches à *Dumortieria* inférieures de l'Aveyron renferment une petite Ammonite assez voisine de *Hildoceras Grüneri* DUM., s'en distinguant par des cotes plus flexueuses, et une quille moins forte, susceptible, à la rigueur, d'être envisagée comme une mutation de l'espèce de Dumortier, et qui pourrait bien être identique à la forme aalenienne remarquée par de Riaz. Dans la plupart des autres localités toarciennes de la région lyonnaise l'étage toarcien présente des lacunes : les couches à *Grammoceras toarcense* D'ORB., *Pseudogrammoceras fallaciosum* BAYLE et *Hammatoceras insigne* SCHÜBL. n'apparaissent point, et l'Aalenien repose directement sur les couches à *Hildoceras bifrons* BRUG.

Alpes françaises. — Dans la région alpine et subalpine où Haug¹ a distingué trois principaux faciès du Lias : le faciès provençal, le faciès dauphinois et le faciès briançonnais, correspondant, le premier au bord occidental, le deuxième à une partie axiale profonde, et le troisième à une partie axiale surélevée du géosynclinal alpin, le Toarcien supérieur est constitué, pour les pays à faciès provençal et dauphinois, par une puissante série de schistes noirs peu fossilifères, donnant sur certains points quelques *Grammoceras* ou quelques spécimens d'une faune à *Grammoceras toarcense* D'ORB. à *Pseudogrammoceras fallaciosum* BAYLE et à *Lytoceras Trautscholdi* OPPEL. ; et l'étage toarcien entier est représenté, pour les pays à faciès briançonnais, par une brèche à éléments calcaires, parfois assez fossilifère, mais impropre à marquer la distinction originaire des zones paléontologiques.

Alsace. — En Alsace, où quelques affleurements toarciens à

1. HAUG. Les chaînes subalpines entre Gap et Digne. Contrib. à l'hist. géol. des Alpes françaises (Th. Faculté. Sc. de Paris, 1891).

Lytoceras jurense ZIETEN avaient été déjà reconnus par Kœchlin-Schlumberger¹, Oppel², Lepsius³, Haug⁴, et von Wervecke⁵, les coupes très précises que Janensch⁶ a données ou rappelées des gisements de Merzweiler, Obermodern, Schillersdorf et Prinzheim dégagent assez nettement pour les couches dites à *Lytoceras jurense*, une succession à la fois stratigraphique et paléontologique de trois zones principales toarciennes : 1° une zone inférieure de marnes grises ou gris foncé à *Grammatoceras striatulum* Sow., *Pseudogrammoceras quadratum* Qu., et *Belemnites irregularis* SCHL., 2° une zone moyenne de marnes gris clair ou gris jaunâtre à *Pseudogrammoceras quadratum* Qu., et *Pseudogrammoceras fallaciosum* BAYLE. 3° et une zone supérieure de marnes ocreuses avec *Hammatoceras insigne* SCHÜBL., et *Phlyseogrammoceras dispansum* LYC. Tout cet ensemble serait séparé des schistes durs à *Posidonia Bronni* VOLTZ, par une assise marno-ferrugineuse sans fossiles correspondant vraisemblablement aux dépôts du Toarcien moyen aveyronnais à *Harpoceras bicarinatum* ZIETEN et à *Hildoceras bifrons* BRUG. Et il serait surmonté de marnes à petits Lamelli-branches et Gastéropodes de la zone à *Pleydellia aalensis*, ou à *Lioceras opalinum*, sans les dépôts intermédiaires à *Dumortieria* de l'Aalenien inférieur. Des couches à *Lytoceras jurense* de ces gisements, et aussi d'après les collections de Strasbourg, d'autres couches analogues de la région d'Uhrweiler, aujourd'hui disparues, Janensch décrit et figure une faune assez riche, comprenant un certain nombre de formes aveyronnaises ; et il mentionne (p. 82 et 84, pl. v et ix), justement des gisements d'Uhrweiler, non seulement *Phlyseogrammoceras dispansum* LYCET., mais deux Ammonites qu'il désigne comme *Harpoceras cf. costula* REIN. représentant en réalité deux des espèces les plus fréquentes et les plus caractéristiques de la zone supérieure du Toarcien aveyronnais : *Pseudogrammoceras Reynesi* M. et *Harpoceras Wunstorfi* MONESTIER var.

1. KÖEHLIN-SCHLUMBERGER. Etudes géol. dans le Haut-Rhin, *B. S. G. F.*, (2), XIII, 1856.

2. OPPEL. Die Juraform. Englands, Frankreichs und der sud-westlichen Deutschlands (1856-58).

3. LEPSIUS. Beitr. z. Kenntniss der Juraformation in Unter-Elsass, 1875.

4. HAUG. Note préliminaire sur les dépôts jurass. du N de l'Alsace, *B. S. G. F.* (3), XIV, 1886. — Mitth. über die Juraablag. in nordl. Unter-Elsass. *Mitth. Commission für die geol. Landesuntersuchung v. Elsass-Lothr.* I, 1888.

5. VON WERVECKE. Profil in den Schichten mit *Amaltheus spinatus* und im oberen Lias bei Merzweiler. *Mitth. des geol. Landesantalt v. Elsass. Lothr.* IV, 1898.

6. JANENSCH. Die Jurensis-schichten des Elsass, 1902.

Plus au Sud, en un gisement très limité de la région d'Heiligenstein, Schirardin¹ signale, au-dessus de couches très fossilifères à *Harpoceras bicarinatum* ZIETEN une succession de marnes à nodules calcaires, où il distingue les trois zones à *Grammoceras striatulum*, à *Pseudogrammoceras fallaciosum*, et à *Hammatoceras insigne*, mais avec une faune d'Ammonites bien moins riche et bien moins variée que celle de Janensch. Une particularité assez remarquable du gisement d'Heiligenstein serait la présence, dans les couches du Toarcien moyen à *Harpoceras bicarinatum*, à *Lillia* et à *Haugia*, de mutations précurseurs d'Ammonites des groupes de *Pseudogrammoceras fallaciosum* BAYLE et de *Grammoceras striatulum* Sow. Aucune des espèces nouvelles de la zone à *Harpoceras bicarinatum* de Schirardin ne nous a d'ailleurs paru représentée dans le Toarcien supérieur aveyronnais.

Mentionnons enfin le faciès bréchoïde observé par Schirardin dans la région de Barr, où l'on rencontrerait au-dessus de l'Oolithe, en des marnes de transport intercalées dans un conglomérat à éléments très hétérogènes, la faune d'Ammonites du Lias supérieur associée à des Ammonites du Lias inférieur et du Lias moyen.

De ces données diverses, il ressort bien que dans le Toarcien d'Alsace, les quatre zones aveyronnaises du Toarcien supérieur ou tout au moins les trois premières, avec couches de passage à la quatrième, sont représentées et parfois assez bien différenciées, mais avec une faune plus pauvre aux niveaux supérieurs.

Souabe. — Dans le Lias de Souabe, que les travaux d'Oppel², Quenstedt³, Pompeckj⁴ et Engel⁵ ont mis en relief et rendu classique, nous trouvons pour l'équivalent du Toarcien supérieur aveyronnais, un système peu épais de marnes à *Ammonites radians* REIN. (Ammonites des groupes de *Grammoceras striatulum* Sow. et de *Pseudogrammoceras fallaciosum* BAYLE) surmonté d'un banc calcaire ou calcaro-marneux à *Lytoceras jurensis* ZIETEN et *Hammatoceras insigne* SCHÜBL. Cet ensemble est suivi de marnes à *Dumortieria* et à *Pleydellia aalensis*

1. SCHIRARDIN. Der obere Lias von Barr-Heiligenstein. *Mitth. d. geol. Landesanstalt. von Elsass-Lothr.* VIII, n° 3, 1914.

2. OPPEL. Juraform. Englands, Frankreichs und der südwestlichen Deutschlands (1856-58).

3. QUENSTEDT. Das Flözgebirge Württembergs 1843. — Die Cephalopoden 1849. — Handbuch der Petrefacten Kunde 1852. — Der Jura 1858. — Die Ammoniten des schwäbischen Jura, 1883-88.

4. POMPECKJ. Revision des Ammonites des schwäbischen Jura (1893-96).

5. ENGEL. Geognostischer Wegweiser durch Württemberg (2° Aufl.), 1896.

ZIETEN. Sur certains points, aux environs de Boll et d'Aalen, Engel¹ a mentionné une brèche d'Ammonites (*ammoniten-breccie*) réunissant en un banc unique de quelques décimètres, les formes de tous ces niveaux toarciens ou aaleniens. Jusqu'à présent, il semble qu'en Souabe, la zone supérieure du Toarcien aveyronnais à *Pseudogrammoceras Reynesi* et *Phlyseogrammoceras dispansum* fasse défaut.

Franconie. — Le Lias² de Franconie serait, d'après les données de Schlosser avec quelques différences de faciés lithologique, analogue à celui de Souabe.

Hanovre et Brunswick. — Si nous envisageons le Lias de Hanovre et de Brunswick étudié, après Schlœnbach³, Seebach⁴, et Brauns⁵, par Denckmann⁶, Wunstorf⁷, Steuer⁸, Stolley⁹ et autres, nous retrouvons, sur certains points, avec une faune très caractéristique, quoique moins riche et moins variée que dans l'Aveyron, les dépôts homologues des diverses zones du Toarcien supérieur aveyronnais. Mais il y a souvent des lacunes ; et l'épaisseur réduite des assises et aussi le mélange des fossiles des diverses zones attribué à un phénomène d'abrasion marine, ne permettent pas la distinction des niveaux paléontologiques supérieurs. C'est ainsi que d'une part, aux environs de Dörnten, Denckmann mentionne à la partie supérieure de ses « couches de Dörnten », dont la masse principale correspond par sa faune aux niveaux supérieurs du Toarcien moyen aveyronnais, un banc terminal à *Grammoceras striatulum* Sow., analogue au banc calcaro-marneux de base du Toarcien supérieur de l'Aveyron, et immédiatement au-dessus, des marnes à *Lytoceras jurense* ZIETEN et *Pleydellia aalensis* ZIETEN, attribuables à l'Aalenien, et que, d'autre part, au Gallberg, près Salzgitter, il signale, au-dessus des couches de Dörneten, ou même succédant directement à la zone à *Hildoceras bifrons* des assises à

1. ENGEL. Die Ammonitenbreccie des Lias bei Bad-Boll. *Jahreshefte des Vereins f. vaterl. Naturkunde in Württemberg*, 1894.

2. SCHLOSSER. Die Fauna des Lias und Dogger im Franken und Oberpfalz.

3. SCHLÖNBACH. Beitr. z. paleont. der Jura und Kreide in nordwestlichen deutschland. *Palæontogr.* 1865.

4. SEEBACH. Der Hannoversche Jura, 1864.

5. BRAUNS. Der untere Jura in Nordwestlichen Deutschl. 1871.

6. DENCKMANN. Ueber die geogn. Verhältnissen der Umgegend von Dörnten. *Abhandl. z. geol. sp. k. von Preussen und Thuring.* VIII, 1887. — Studien in deutschen Lias. *Jahrb. des königl. Pr. geol. L.* 1893.

7. WUNSTORF. Die Fauna der Schichten mit Harp. dispansum von Gallberg bei Salzgitter. *Jahrb. der königl. Pr. geol. L.* 1905.

8. STEUER. Doggerstudien. 1897.

9. STOLLEY. Ueber den oberen Lias und den unteren Dogger Nord-Deutschland *N. Jahrb. für Miner. geol. und Paleont.* XVIII, 1909.

Lytoceras Germaini D'ORB., *Hammatoceras insigne* SCHÜBL. et *Harpoceras dispansum* LYCETT. Les couches du Toarcien supérieur du Gallberg ont été reprises par Wunstorf, qui y voit une zone à « *Harpoceras* » *dispansum*. Et cet auteur en décrit et figure, outre plusieurs formes des zones inférieure et moyenne du Toarcien supérieur aveyronnais, telles que *Belemnites irregularis* SCHL., « *Harpoceras* » *fallaciosum* BAYLE, et *Hammatoceras insigne* SCHÜBL., les Ammonites les plus caractéristiques de la zone à *Pseudogrammoceras Reynesi* et *Phlyseogrammoceras dispansum*, telles que *Phlyseogrammoceras dispansum* LYC., *Lytoceras rugiferum* POMP., *Agassiceras (Onychoceras) differens* WUNSTORF et sous les désignations de *Harpoceras cf. costulatum* ZIETEN et de *Harpoceras sp. ind.* (pl. 19, fig. 14, 15 et 16, 8 et 9, 17 et 18) trois variétés de *Pseudogrammoceras Reynesi* M., et sous le nom de *Harpoceras subfalciferum* WUNSTORF ou *Harpoceras cf. subfalciferum* WUNST. (pl. 19, fig. 10, 11 et 13) une variété de l'espèce plus générale *Harpoceras Wunstorfi* M. Stolley mentionne enfin à Schlewecke, comme constituant une zone à « *Harpoceras* » *dispansum* et *Dumortieria Levesquei*, une assise conglomératique à blocs calcaires et oolithes ferrugineuses, à laquelle il donne le nom de « *Schleweckebreccie* », et dont la faune se rapporte également aux deux zones toarciennes à *Polyplectus discoïdes* et *Hammatoceras insigne*, et à *Pseudogrammoceras Reynesi* et *Phlyseogrammoceras dispansum*, et à la zone aalenienne inférieure à *Dumortieria* de la région SE de l'Aveyron.

Angleterre. — Dans le Lias supérieur d'Angleterre, les divisions que Buckman¹ a établies sous les noms de *striatuli hemera* et de *Struckmanni hemera* représentent certainement les deux zones aveyronnaises à *Grammoceras striatulum* et à *Pseudogrammoceras expeditum*, et celle qu'il a dénommée « *dispansi hemera* » où il signale à la fois la présence de *Hammatoceras insigne* SCHÜBL. et celle de *Phlyseogrammoceras dispansum* LYCETT correspond très probablement à l'ensemble des deux zones supérieures du Toarcien aveyronnais.

Portugal. — D'après Choffat², le Lias supérieur du Portugal étudié dans la région au Nord du Tage comprendrait : tantôt faisant suite immédiatement à une série de dépôts du Lias moyen dites *couches* à *Pecten acuticostatus*, tantôt et plus

1. BUCKMAN. Monogr. of the Inferior Oolliith. Ammon. of the British Island. — Supplément 1905.

2. CHOFFAT. Le Lias et le Dogger au nord du Tage, 1880. — Contribution à la connaissance du Lias et du Dogger de la région de Thomar. 1908.

généralement séparé de ceux-ci par des couches à *Leptena*, et précédant d'autre part des assises à *Pleydellia aalensis* une puissante série de marnes et marno-calcaires, réunis sous le nom de couches à *Ammonites bifrons*, mais qui renferme notamment du Toarcien supérieur aveyronnais : *Polyplectus discoïdes* ZIETEN, *Pseudogrammoceras fallaciosum* BAYLE, *Hammatoceras insigne* SCHÜBL. Malgré l'épaisseur considérable des assises, qui va de 50 à 200 mètres, aucune distinction des zones paléontologiques n'y a été précisée.

Plus récemment Renz¹ a signalé dans la même région, de part et d'autre d'un pli anticlinal du district de Casalcomba, et faisant suite à une série assez normale de dépôts du Lias moyen et à quelques couches de passage 1° un ensemble de couches dites couches 1a formées de marnes schisteuses gris clair et de calcaires marneux, avec *Polyplectus discoïdes* ZIETEN abondant et prédominant, *Hildoceras bifrons* BRUG., par exemplaires isolés, d'assez nombreuses espèces (*Harpoceras*, *Hildoceras*, *Celoceras*), propres à la zone à *Hildoceras bifrons*, et enfin *Grammoceras striatulum* SOW., « *Hildoceras* » *Sœmanni* DUM., « *Hildoceras* » *quadratum* QU., « *Grammoceras* » *fallaciosum* BAYLE, « *Harpoceras* » *dispansum* LYC., qui appartiennent au Toarcien supérieur aveyronnais, et « *Grammoceras* » *subcomptum* BRANCO, et « *Harpoceras* » *aalensis* ZIETEN, de l'Aalenien, 2° et, en superposition aux précédentes, des couches dites couches 1 de même constitution lithologique, mais renfermant seulement *Hildoceras bifrons* BRUG. très abondant et *Frechiella kammerkarensis* STOLLEY. La suite des dépôts passe sous des sables et galets quaternaires. La présence dans les couches 1a de Renz à la fois d'Ammonites de la zone à *Hildoceras bifrons*, mais à peu près sans cette dernière espèce, et d'Ammonites de diverses zones du Toarcien supérieur et de l'Aalenien permet, en dehors de toute hypothèse de sédiments remaniés par abrasion ou par érosion, d'admettre pour ces couches une succession réelle des zones paléontologiques, assez peu distincte peut-être, et avec rareté locale de *Hildoceras bifrons* BRUG. Quant à la superposition, étrange au premier abord, de couches 1 de Renz à *Hildoceras bifrons* BRUG. fréquent, au complexe des assises précédentes où domine *Polyplectus discoïdes* ZIETEN, elle s'explique probablement par un jeu de failles demeuré inaperçu.

Italie et Sicile. — En Lombardie, où l'étage toarcien est, en général, représenté par une assise peu épaisse de marbre rouge, riche en Ammonites, dans les Alpes Vénitiennes, où il formerait

1. RENZ. Stratigraphische Untersuchungen in portugiesischen Lias, 1912.

un système de calcaires marneux ou de marnes arénacées, à faciés variables, mais d'une épaisseur relativement faible, assez fossilifères sur certains points, et dans l'Apennin central, où il est constitué de marnes ou calcaires marneux rougeâtres d'épaisseur plus considérable, presque toujours très fossilifères, la distinction des zones paléontologiques n'a pu encore être faite que d'une façon très limitée. Mais nous trouvons, parmi ses Ammonites décrites par Meneghini¹ et par Parisch et Viale², ou citées par Taramelli³, dal Piaz⁴ et Boyer⁵ quelques-unes des espèces caractéristiques du Toarcien supérieur de l'Aveyron : *Polyplectus discoïdes* ZIETEN, *Hammatoceras insigne* SCHÜBL., *Hammatoceras perplanum* PRINZ, *Pseudogrammoceras fallaciosum* BAYLE.

Quant aux lambeaux de Lias supérieur signalés sur certains points de la Calabre et de la Sicile, il ne paraît pas, jusqu'à présent, que l'on y ait trouvé de dépôts correspondant à ceux du Toarcien supérieur de l'Aveyron. Les couches de Taormina, rattachées par G. Gemmellaro⁶ et Sequenza⁷ au Lias supérieur, et celles de Pietracutale et Bocchighiero attribuées par Greco⁸ à ce même étage semblent embrasser l'étage domérien à faciés méditerranéen et seulement la partie inférieure ou moyenne du Toarcien.

Balkans. — En Albanie, en Epire, en Acarnanie, dans les îles de Corfou et de Kalamos, où Renz⁹ a reconnu, à la base des bancs calcaro-siliceux dits « calcaires de Viglās » des marnes et des calcaires d'âge toarcien, la faune qui succède à celle de couches à *Posidonia Bronni* comprend, indépendamment d'Ammonites du Toarcien moyen, quelques formes du Toarcien supérieur de l'Aveyron : *Pseudogrammoceras quadratum* QU., *Grammoceras radians* (auct.), *Grammoceras toarcense* D'ORB., mais aucune distinction des zones n'est encore indiquée.

1. MENEGHINI. Fossiles du calcaire rouge ammonite de Lombardie et de l'Apennin de l'Italie centrale. *Pal. Lomb.*, 1867-81.

2. PARISCH et VIALE. Contrib. allo studio della Ammon. del Lias superiore. *Riv. Ital. di Paleontol.* XII, 1906.

3. TARAMELLI. Monogr. strat. et pal. del Lias nelle provincia Veneste, 1880.

4. DAL PIAZ. Le Alpi Feltrine, 1907.

5. BOYER. Étude géol. des environs de Longarone. *B. S. G. F.*, (4), XIII, 1913.

6. G. GEMMELLARO. Sui fossili del Lias superiore delle Provincia di Palermo e di Messina. *Bull. Soc. sc. nat. ed. econ. di Palermo*, 1885.

7. SEGUENZA. Il Lias superiore nel territorio di Taormina. *Mém. R. Inst. venete*, 1886.

8. GRECO. Il Lias superiore nel circondario di Rossano Calabro. *B. S. G. Ital.*, XV, 1896.

9. RENZ. Ueber die mesozoische Formationsgruppe der sudwestlichen Balkanhalbinsel. *N. Jahrb. f. Min. Geol. und. Pal.*, XXI, 1905. — Recherches géologiques en Epire méridionale. *B. S. G. F.*, (4), XIV, 1914.

Bakony. — Les études sur la région de Bakony, en particulier les travaux de Prinz¹ et de Vadasz² y ont révélé l'existence de couches toarciennes, d'épaisseur relativement faible, formées soit de schistes à Posidonies, surmontés de marnes siliceuses à Spongiaires assez pauvres en Ammonites, soit de calcaires marneux ammonitifères, sans zones paléontologiques tranchées. La plupart des Ammonites citées appartiennent au Toarcien inférieur ou moyen. Les dépôts de Czernye ont cependant donné *Hammatoceras insigne* SCHÜBL.

Caucase, NW de la Perse. — Dans le Caucase, où les recherches et études d'Abich³, Favre⁴, Sjögren⁵, Neumayr et Uhlig⁶ et Fournier⁷ ont manifesté l'existence d'assises toarciennes, la pauvreté des données paléontologiques ne permet guère encore de constater la présence du Toarcien supérieur fossilifère.

Au NW de la Perse, sur la rive orientale du lac d'Ourmia, von dem Borne⁸ a mentionné des assises liasiques dont il décrit et figure sous les noms de *Harpoceras Atropatanes* VON DEM BORNE et de *Harpoceras Kapautense* v. DEM BORNE quelques Ammonites bien voisines, si elles ne leur sont identiques des formes ordinaires du groupe de *Pseudogrammoceras fallaciosum* BAYLE.

Andes. — Si nous envisageons la faune à caractères toarciens signalée par Möriche⁹ dans les Andes chiliennes, nous y reconnaissons des types d'Ammonites du Toarcien inférieur et moyen, mais n'en trouvons aucune à rapporter au Toarcien supérieur.

1. PRINZ. Die Fauna der älteren Jurabildungen in nordöstlichen Bakony. 1904.

2. VADASZ. Die Juraschichten des südlichen, Bakony, 1910.

3. ABICH. Sur la structure et la géologie du Daghestan. *Mem. Ac. imp. Peters b.*, (7), IV, 1862.

4. FAVRE. Rech. géol. dans la partie centrale du Caucase. 1875.

5. SJÖGREN. Uebersicht der géol. Daghestans und der Terekgebietes. *Jahrh. K. K. géol.*, 1889.

6. NEUMAYR et UHLIG. Ueber die von Abich in Caucasus gesammelten Jura-fossilien. *Denkschr. d. Wiener Acad.*, 1892.

7. FOURNIER. Description géol. du Caucase central. *Ann. Fac. Sc. de Marseille*, 1896.

8. VON DEM BORNE. Der Jura am Ostüfer des Urmiasees. 1891.

9. MÖRICHE. Versteinerungen des Lias und Unteroolith von Chile. *N. Jahrbuch f. Miner. Geol. und Pal.*, IX, 1894.

CONCLUSIONS

Cette comparaison du Toarcien supérieur de l'Aveyron avec celui des autres pays autorise les conclusions suivantes :

1° Jusqu'à ce jour la région SE de l'Aveyron, par la variété et la richesse de sa faune et la netteté de ses divisions paléontologiques réalise le type le plus parfait et le plus classique du Toarcien supérieur.

Elle justifie notamment la distinction dans le Toarcien supérieur, indépendamment des trois zones déjà établies à *Grammoceras striatulum* Sow. à *Pseudogrammoceras expeditum* БУСКИ. = *fallaciosum* (auct) et à *Hammatoceras insigne* SCHÜBL. d'une quatrième zone très autonome à peine entrevue en Angleterre, et dans quelques districts d'Allemagne, et peut-être en Lorraine, que nous avons appelée zone à *Pseudogrammoceras Reynesi* MONESTIER et *Phlyseogrammoceras dispansum* LYCETT.

2° Pour un grand nombre des pays à dépôts toarciens la distinction des faunes successives du Toarcien supérieur est rendue difficile et parfois impossible par la rareté des fossiles, par la faible épaisseur des couches, par l'abrasion définitive de quelques-unes, ou par le caractère bréchoïde des dépôts. Mais pour certains pays où l'on constate la présence d'espèces caractéristiques des quatre zones supérieures du Toarcien aveyronnais, et où l'on observe déjà, plus ou moins marquée, une succession de faunes, il est permis de penser que le parallélisme de leurs dépôts et de ceux de la région SE de l'Aveyron se dégagera, de plus en plus, des observations ultérieures, et que leur étude conduira à la fois à la rencontre d'espèces nouvelles découvertes dans l'Aveyron, et à la différenciation manifeste de deux zones supérieures à *Polyplectus discoïdes* et *Hammatoceras insigne*, et à *Pseudogrammoceras Reynesi* et *Phlyseogrammoceras dispansum* jusqu'à présent, en général confondues.

TABLE DES NOTES ET MÉMOIRES

CONTENUS

dans le volume **XX** du **Bulletin** (1920)

	Pages
P. Jodot. — Note sur la situation géographique et les conditions tectoniques du gîte fossilifère de Djedaria (Tunisie).....	3
M. Lissajous. — A propos du niveau à Spongiaires de la Voultte-sur-Rhône (Ardèche).....	9
L. Joleaud. — Contribution à l'étude des Hippopotames fossiles (<i>pl. I</i>).....	13
P. Marty. — Stratigraphie du gisement fossilifère du Pont-de-Gail, près de Saint-Clément (Cantal) (<i>5 fig.</i>).....	27
G.-F. Dollfus. — Malacologie du gisement fossilifère du Pont-de-Gail (<i>3 fig., pl. II</i>).....	37
M^{me} Reid. — Recherches sur quelques graines pliocènes du Pont-de-Gail (<i>1 fig., pl. III-IV</i>).....	48
M. Peragallo. — Diatomées du Pont-de-Gail (<i>pl. V</i>).....	88
Ch. Barrois. — JULES GOSSELET, notice nécrologique (<i>portrait</i>).....	97
A. Bigot. — JULES BERGERON, notice nécrologique (<i>portrait</i>).....	110
G. Zeil. — Corrélations entre les terrasses quaternaires, les récurrences glaciaires et les mouvements ascensionnels de l'écorce terrestre.....	124
Maurice Gignoux et Léon Moret. — Le genre <i>Orbitopsella</i> MUN.-CHALM. et ses relations avec <i>Orbitolina</i> (<i>5 fig., pl. VI</i>).....	129
G. Garde. — La région des tufs porphyriques du Nord du département du Puy-de-Dôme (<i>1 carte, 9 coupes</i>).....	141
M^{lle} Gillet. — Revision du groupe de la <i>Trigonia quadrata</i> AG. (<i>pl. VII</i>).....	153
M^{lle} Morand. — Sur des Bélemnites d'Andranosamonta (Madagascar).....	158
G. Zeil. — Les mouvements ascensionnels de l'écorce terrestre et les tremblements de terre tectoniques (<i>2 fig.</i>).....	161
M. Dalloni. — Sur la structure de la chaîne numidique; observations sur les prétendus charriages de la région de Constantine (<i>3 coupes</i>).....	187
Ph. Zurcher. — Note sur l'hydrologie de la Crau d'Arles.....	19
R. Chudeau et P.-H. Fritel. — Quelques bois silicifiés du Sahara (<i>2 fig.</i>).....	202
P.-H. Fritel. — Sur l'existence de l'OEillette (<i>Papaver somniferum var. nigrum</i> D. C.) en Provence, à l'époque quaternaire (<i>4 fig.</i>).....	207
H. Douvillé. — Revision des Orbitoïdes, 1 ^{re} partie (<i>37 fig., pl. VIII</i>).....	209
C. Arambourg. — Sur un Scopélidé fossile à organes lumineux <i>Myctophum prolaternatum n. sp.</i> du Sahélien oranais (<i>1 fig., pl. IX</i>).....	232
De Lamothe. — Faune marine contemporaine en Algérie, de la ligne de rivage de 148 mètres.....	240
G. Garde. — Nouveaux gisements de cipolin dans le Nord du département du Puy-de-Dôme (<i>1 carte</i>).....	243
J. Lambert. — Sur un Echinide nouveau du Montien des env. de Paris (<i>pl. X</i>).....	246
M. Faura i Sans et J.-R. Bataller Galatayud. — Les bauxites triasiques de la Catalogne (<i>1 carte</i>).....	251
M. Faura i Sans. — JAUME ALMERA, notice nécrologique.....	268
A. Beaugé. — Une hypothèse sur la jonction du Moyen Atlas nord et du Haut Atlas marocains (<i>6 fig., pl. XI</i>).....	271
J. Monestier. — Le Toarcien supérieur dans la région sud-est de l'Aveyron.....	280

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

du Bulletin et du Compte Rendu sommaire

des séances de la Société géologique de France.

4^e série, tome XX, année 1920,

par L. MÉMIN.

Les renvois aux pages du Bulletin sont en chiffres gras, les chiffres ordinaires maigres se rapportent aux pages du Compte rendu sommaire.

A

ABENDANON (E.-C.). Considérations sur la dynamique de l'écorce terrestre, 39.

Adour (Bassin de l'). Le Lutétien inf. dans le —, par H. DOUVILLÉ, 14.

Afrique. L'Éocène au Soudan et au Sénégal (prés. d'ouvr.), par H. DOUVILLÉ, 165. — Remarques sur deux Vertébrés néogènes de l'Afrique N. op., par L. JOLEAUD, 196.

Voir : *Alger, Algérie, Constantine, Maroc, Mauritanie, Méditerranée, Oran, Sahara, Tunisie.*

Albanie. Glaciation quaternaire de l'— moy. (prés. d'ouvr.), par J. BOURCART, 179. — Remarques sur l'extension du Crétacé en — et en Macédoine, par J. BOURCART, 195. — Remarques sur l'extension de l'Éocène en —, par J. BOURCART, 205.

Alger. Obs. tectoniques sur le massif des Zaccars (dépt d'—), par J. SAVORNIN, 79.

Algérie. Nappes de charriage du Djurjura et des Biban (prés. d'ouvr.), par J. SAVORNIN, 37. — Obs. sur les fls de Renault et Rélizane de la C. géol. détaillée de l'—, par M. LUGÉON, 43. — Obs. de tectonique algéro-tunisienne, par P. TERMIER, 46 [Obs. de L. GENTIL, 48]. — A propos d'une obs. de M. LUGÉON, sur le Miocène de l'— occ., par M. DALLONI, 54. — Obs. sur la fl. de Renault de la C. géol. détaillée de l'—, par M. DALLONI, 54. — Sur l'âge des gypses du Dahra (—), par A. BRIVÈS 54 [Obs. de

J. BARTHOUX, 55]. — Le Jurassique moyen et sup. dans la chaîne des Babors (—), par F. EHRMANN, 117. — Faune marine contemporaine en — de la ligne de rivage de 148 m., par DE LAMOTHE, 213, 240.

Voir : *Alger, Constantine, Oran.*

ALMERA (Jaume). Nécrologie, 4, 63, not. nécrol., par M. FAURA I SANS, 268.

Alsace-Lorraine. Prés. d'ouvr., par E. DE MARGERIE, 11. — Géol. du bassin pétrolifère de Pechelbronn, par M. GIGNOUX et C. HOFMANN, 123 [Obs. de J. CHAUTARD, G.-F. DOLFFUS, 125].

Aquitaine. Limite entre le Crétacé et l'Éocène en —, aux Indes et au Soudan, par H. DOUVILLÉ, 38. — Réun. extraord. S. G. F., à Bordeaux, 141. — Recherches géol. dans la région cantabrique (prés. d'ouvr.), par L. MENGAUD [Obs. de H. DOUVILLÉ], 190. — Sur les relations des nappes et des plis pyrénéens, par L. BERTRAND, 193. — Qqs obs. sur le Tertiaire du Bordelais, par J. REPÉLIN, 212.

ARABU (N.). Essai sur la structure de l'Egéeide, 113. — Les bassins tert. de l'Egéeide, 115.

ARAMBOURG (Camille). Traces d'organes lumineux observées chez qqs Scopélidés foss., 167. — Sur un Scopélidé foss. à organes lumineux du Sahélien oranais, 168, 233 (1 fig., pl. IX).

Ardèche. A propos du niveau à Spongiaires de la Voulte-sur-Rhône, par M. LISSAJOUS, 27, 9.

Ariège. Présenced'un niveau de schistes à Échinides, dans l'Infralias de St-irac, par G. DUBAR, 116.

- Aude*. Sur des cristaux de gypse à foss. inclus et sur l'origine des pétroles, par J. DURAND, 23, 48.
- Aveyron*. Le Toarcien sup. de la région sud-ouest de l'—, par J. MONESTIER, 280.
- AZEMA (C^e). Prés. d'ouvr., 203.

B

- BARROIS (Ch.). Notice nécrologique sur Jules GOSSELET, 97 (portrait).
- BARTHOUX (J.). Géol. de l'Égypte et du Sinaï, 31. — Carte de l'isthme de Suez, 32. — L'âge des gypses d'Égypte, 55. — L'Éocène des env. de Suez, 104.
- BATALLER CALATAYUD (FAURA I SANS et). Les bauxites triasiques de la Catalogne, 78, 251 (1 c.).
- Bauxites*. Les — triasiques de la Catalogne, par FAURA I SANS et J.-R. BATALLER CALATAYUD, 78, 251 (1 c.).
- BEAUGÉ (A.). Une hypothèse sur la jonction du Moyen Atlas nord et du Haut Atlas marocains, 84, 271 (1 c., 5 coupes, pl. ix).
- Bélemnites*. Sur des — d'Andranosamonta (Madagascar), par M^{lle} MORAND, 78, 158.
- BERGERON (Jules). Nécrologie, 4, 63, notice nécrologique, par A. BIGOT, 110 (portrait).
- BERTRAND (Léon). Les eaux de la source de Coulomp (B.-Alp.), 13. — A propos des brèches cénomaniennes de la région sous-pyrénéenne, 112. — A propos des gypses des Corbières, 192. — Sur les relations des nappes et des plis pyrénéens, 193.
- BERTRAND (Léon) et L. JOLEAUD. Qqs obs. faites au cours d'un récent voyage en Roumanie, 183.
- BERTRAND (Léon) et Antonin LANQUINE. Géol. appliquée. Fabrication des briques, 12.
- Bibliographie*. Liste des publications de Jules BERGERON, 117.
- BIGOT (A.). Notice nécrologique sur Jules BERGERON, 110 (portrait).
- BONNET (Pierre). Prés. d'ouvr., 203.
- Bordeaux*. Réun. extraord. S. G. F., 141. — Qqs obs. sur le Tertiaire du Bordelais, par J. REPELIN, 212.
- Bouches-du-Rhône*. Hydrologie de la crau d'Arles, par Ph. ZURCHER, 181, 196 [Obs. de L. JOLEAUD, 182]. — Sur l'âge aquitain de certains calcaires des env. de Marseille, par G. DENIZOT, 187 [Obs. de G.-F. DOLLFUS, 188].

- BOULLERIE (DE LA). Prés. d'ouvr., 110.
- BOURCART (J.). Prés. d'ouvr., 12. — Note sur la glaciation quaternaire de l'Albanie moyenne, 179. — Rem. sur l'extension du Crétacé en Albanie et en Macédoine, 195. — Rem. sur l'extension de l'Éocène en Albanie, 205.
- BOURY (E. DE). Nécrologie, 93.
- BRANNER (J. C.). Prés. d'ouvr., 81.
- Brèches*. A propos des — cénomaniennes de la région sous-pyrénéenne, par L. BERTRAND, 112.
- BRIVES (A.). Sur l'origine des Terres noires du Maroc, 33. — Sur l'âge des gypses du Dahra (Algérie), 54. — Rép. à la note de M. Gentil au sujet d'un prétendu gisement de phosphate pliocène dans les env. de Rabat (Maroc), 78. — Prés. d'ouvr., 110, 202. — Sur la présence du *Mastodon* dans la sablière du Kouif, près Tebessa, 212.
- BUCKMAN (S. S.). Prés. d'ouvr., 109.

C

- Callovien*. A propos du niveau à Spongiaires de la Voulte-sur-Rhône, par M. LISSAJOUS, 27, 9.
- Cantal*. Recherches sur qqs graines pliocènes du Pont-de-Gail, par M^{me} EL REID, 49, 48 (1 fig., pl. iii et iv). — Stratigraphie du gisement foss. du Pont-de-Gail, près St-Clément, par P. MARTY, 75, 27 (4 vues, 1 c.). — Malacologie du gisement foss. du Pont-de-Gail, par G.-F. DOLLFUS, 77, 37 (3 fig., pl. ii). — Étude des Diatomées dugis. du Pont-de-Gail, par M. PERAGALLO, 111, 88 (pl. v).
- CANU (F.). Prés. d'ouvr., 204.
- CAPELLINI (Jean). Prés. d'ouvr., 12.
- CARNOT (Adolphe). Nécrologie, 121.
- Cartes*. Emploi du stéréoscope pour l'examen des — géol., par H. HUBERT, 14. — C. géol. de la haute-vallée du Goul, par P. MARTY, 1/100 000, 28. — Carte de l'isthme de Suez (prés. d'ouvr.), par J. BARTHOUX, 31. — Carte géol. de Paris, à 1/10 000, par G.-F. DOLLFUS, 82 [Obs. de L. JOLEAUD, 83]. — C. de la région des tufs porphyriques du N du dép. du Puy-de-Dôme, par G. GARDE, 1/100 000, 144. — C. des gisements de cipolin du dép. du Puy-de-Dôme, par G. GARDE, 244. — C. géol. des bauxites de la Llacuna, par FAURA I SANS et BATALLER CALATAYUD, 254-255.
- CAYEUX (L.). Prés. d'ouvr., 123.

Cénomaniën. A propos des brèches —
nes de la région sous-pyrénéenne,
par L. BERTRAND, 112.

CHARPIAT (R.). Obs. sur la fille de
Montbéliard de la Carte géol. dét. de la
Fr., 41.

CHAUTARD (Jean). Obs. à propos du bas-
sin pétrolifère d'Alsace, 125.

CHOFFAT (Paul). Nécrologie, 4.

CHUDEAU (R.) et P.-H. FRITEL. Qqs bois
silicifiés du Sahara, 186, 202 (2 fig.).

COMBES (Paul). Prés. d'ouvr., 110.

Conseil, Commissions, 2, 3.

Constantine. La structure de la chaîne
numidique. Obs. sur les prétendus
charriages de la région de —, par
M. DALLONI, 107, 187 (3 coupes). — Sur
la présence du Mastodon dans la
sablère du Kouif, près Tebessa, par
A. BRIVES, 212.

Corbières. Sur l'âge et le mode de for-
mation des gypses réputés triasiques
des —, par J. DURAND, 173. — A pro-
pos des gypses des —, par L. BER-
TRAND, 192.

Corse. Sur l'existence du Pliocène en
—, par E. MAURY, 88. — Nouv. note
sur le Pliocène de —, par D. HOL-
LANDER, 118. — Sur le Nummulitique
de la Balagne (—), par E. MAURY, 114.

COSSMANN (M.). Prés. d'ouvr., 11, 49, 121,
122. — Un Gastropode du Bajocien de
Dampierre (M.-et-M.), 100 (2 fig.).

COUFFON (Olivier). Prés. d'ouvr., 11,
191. — 2^e note sur le calc. du Grip
(M.-et-L.), 210.

COURTY (G.). Note sur la géol. des env.
d'Ippécourt (Meuse), 89.

Crétacé. N. sur la situation géogr. et les
conditions tectoniques du gîte foss.
du Djedaria (Tunisie), par P. JODOT,
19, 3. — Sur des fossiles remaniés
dans le — sup. de Sassenage (Isère),
par W. KILIAN et I. DINITCH, 32, 43. —
Limite entre le — et l'Éocène en Aqi-
taine, aux Indes et au Soudan (prés.
d'ouv.), par H. DOUVILLÉ, 38. — Rev.
des Orbitoïdes, 1^{re} partie, par H. DOU-
VILLÉ, 166, 209 (37 fig., pl. VIII). — Qqs
bois silicifiés du Sahara, par R. CHU-
DEAU et P.-H. FRITEL, 186, 202 (2 fig.).
— Remarques sur l'extension du — en
Albanie et en Macédoine, par J. BOUR-
CART, 195.

Voir : *Cénomaniën*, *Montien*.

CURET. Nécrologie, 3, 4.

D

DALLONI (M.). A propos de la tecto-
nique des env. de Tiouanet (Oran),
26. — A propos d'une obs. de M. Lu-
geon sur le Miocène de l'Algérie occid.,
51. — Obs. sur la fil. de Renault de
la Carte géol. dét. de l'Algérie, 54. —
La structure de la chaîne numidique.
Obs. sur les prétendus charriages de
la région de Constantine, 107, 187
(3 coupes). — L'existence du terrain
houiller sur le littoral de la prov.
d'Oran; le gîte d'antracite de Sidna
Youcha, près Nemours, 133.

DEHAUT (E.-G.). Prés. d'ouvr., 70.

DEHORNE (Yvonne). Nécrologie, 4.

DELAFOND (F.). Chenal houiller du Pla-
teau central, 73.

DELAMARRE. Prés. d'ouvr., 37.

DENIZOT (G.). Sur l'âge aquitainien de
certains calc. des env. de Marseille,
187. — Prés. d'ouvr., 202.

DEPÉRET Ch. et F. ROMAN. Prés.
d'ouvr., 180.

DEYDIER (Marc). Nécrologie, 109.

Diatomées. Un gisement de — en Mau-
ritanie, par M. PÉRAGALLO, 64. —
Étude des — du gisement du Pont-
de-Gail, par M. PÉRAGALLO, 111, 88
(pl. v).

DINITCH (W. KILIAN et IOVAN). Sur des
foss. remaniés dans le Crétacé sup.
de Sassenage (Isère), 32, 43.

DOLLFUS (G.-F.). Faunules des calc. la-
custrés de la Touraine, 21. — Malaco-
logie du gisement foss. du Pont-de-
Gail (Cantal), 77, 37 (3 fig., pl. II). —
Carte géol. de Paris à 1/10000, 82. —
Obs. à propos du bassin pétrolifère
d'Alsace, 125. — Le calc. montien de
Meudon (S.-et-O.), 130. — Réun. ex-
traord. de la S. G. F. à Bordeaux en
1920, 141-160. — Prés. d'une note sur
les Melanopsis fossiles, 177. — Prés.
d'ouvr., 178. — Obs. sur l'Aquitainien
aux env. de Marseille, 188. — Obs. sur
un atlas des régions pétrolifères de
France, 205.

DOLLOT (A.). Profil en long géolo-
gique du métro. Ligne de la Porte
de Saint-Cloud au Trocadéro et à
l'Opéra, 16. — *Id.* Ceinture intérieure
des Invalides aux Invalides, 18. —
Plan des lignes métrop., ch. de fer
et égouts collecteurs correspondant
aux profils géol. du sous-sol parisien,
établi par —, 51.

Doubs. Obs. sur la fil. de Montbéliard de la C. géol. détaillée de la France, par R. CHARPIAT, 41. — *Id.*, par E. FOURNIER, 53.

DOUMERGUE (F.). Prés. d'ouvr., 45.

DOUVILLÉ (H.). Les Cyclostègues 'de d'Orbigny, 12. — Le Lutétien inf. dans le bassin de l'Adour, 14. — La limite entre le Crétacé et l'Éocène en Aquitaine, aux Indes et au Soudan, 38. — Le Lutétien inf. à l'Est de l'isthme de Suez, 45. — La « Revue de Géologie », 63. — Les *Euostrea*, les *Gryphaea* et les *Crassostrea*; leurs origines, 65. — Les Foraminifères de l'Éocène dans la région de Suez, 106. — L'Éocène au Soudan et au Sénégal, 165. — Revision des Orbitoïdes, 1^{re} partie, 166, 209 (37 fig., pl. VIII). — Obs. sur la géol. de la région pyrénéenne, 190. — Obs. sur l'Éocène de Biarritz, 203.

DOUVILLÉ (A. KTENAS et H.). Sur la présence de l'Auverisien et du Tongrien à l'île d'Imbros, 111.

DREYFUS. Nécrologie, 201.

DUBAR (G.). Présence d'un niveau de schistes à Échinides, dans l'Infralias de Saint-Sirac (Ariège), 116.

DUPARC (Louis) et M^{lle} TIKONOWITCH. Prés. d'ouvr.; Le platine et les gîtes platinifères de l'Oural et du Monde, 204.

DURAND (J.). Sur des cristaux de gypse à foss. inclus et sur l'origine des pétroles, 23, 48. — Sur l'âge et le mode de formation des gypses réputés triasiques des Corbières, 173.

DURANDIN (Paul). Prés. d'ouvr., 205.

DUTERTRE (A.-P.). Réun. extraord. S. G. F. à Bordeaux en 1920, 141 et seq.

DUVERGIER. Réun. extraord. S. G. F. à Bordeaux, 141 et seq.

E

Échinide. Nouv. — montien du bassin de Paris, par J. LAMBERT, 131, 246 (pl. x). — Rev. des — des falaises de Biarritz, prés. d'ouvr., par CARTEX et J. LAMBERT, 203 [Obs. de H. DOUVILLÉ, 203].

Égypte. Géol. de l'— et du Sinaï et carte de l'isthme de Suez (prés. d'ouvr.), par J. BARTHOUX, 31. — Le Lutétien inf. à l'Est de l'isthme de Suez, par H. DOUVILLÉ, 45. — Obs. à propos des gypses d'—, par J. BAR-

THOUX, 55. — L'Éocène des env. de Suez, par J. BARTHOUX, 104. — Les Foraminifères de l'Éocène dans la région de Suez, par J. BARTHOUX, 106

EHRMANN (F.). Le Jurassique moyen et sup. dans la chaîne des Babors (Algérie), 117.

Éocène. Géol. de l'Égypte et du Sinaï et carte de l'isthme de Suez, par J. BARTHOUX, 31. — Sur la nature des Fucoides du Flysch éocénique, par G. ROVERETO, 91. — L'— des env. de Suez, par J. BARTHOUX, 104. — Les Foraminifères de l'— dans la région de Suez, par H. DOUVILLÉ, 106. — L'— au Soudan et au Sénégal (prés. d'ouvr.), par H. DOUVILLÉ, 165. — Succession des faunes de Mammifères dans l'— inf. européen (prés. d'ouvr.), par TEILHARD de CHARDIN, 204. — Remarques sur l'extension de l'— en Albanie, par J. BOURCART, 205.

Espagne. Tectonique des Asturies (prés. d'ouvr.), par P. TERMIER, 30. — Sur les bauxites triasiques de la Catalogne, par FAURA I SANS et J. R. BATALLER CALATAUD (1 c.), 78, 251. — Sur qqs points de la géol. du Guipuzcoa (—), par P. LAMARÉ, 132. — Recherches géol. dans la région cantabrique, prés. d'ouvr., par L. MENGAUD, 190 [Obs. de H. DOUVILLÉ, 190].

F

FAURA I SANS (M.). Réun. extr. S. G. F. à Bordeaux, 146 et seq. — Notice nécrologique sur JAUME ALNERA, 268.

FAURA I SANS et J. R. BATALLER CATALAUD. Les bauxites triasiques de la Catalogne, 78, 251 (1 c.).

FICHEUR (E.). Une chaire de géol. appliquée en Algérie, 70.

FLAMAND (G. B. M.). Nécrologie, 3, 4, 45.

FLEURY (Ernest). Prés. d'ouvr., 122.

Foraminifères. Les Cyclostègues de d'Orbigny, par H. DOUVILLÉ, 12. — Sur le g. *Orbitopsella MUN.-CH.* et ses relations avec *Orbitolina*, par M. GIGNOUX et L. MORET, p. 71, 129 (5 fig., pl. VI). — Les — de l'Éocène dans la région de Suez, par H. DOUVILLÉ, 106. — Les — siliceux des marnes oxfordiennes à Ammonites pyriteuses, par E. LACROIX, 169, 218.

FOURNIER (E.). Prés. d'ouvr., 10. — Obs.

sur la flil. de Montbéliard de la carte géol. dét. de la France., 53.
FOURTAU (René). Nécrologie, 161.
FRIEDEL (Pierre **TEMMER** et G.). Tectonique de la région du Gard. 31.
FRITEL (P.-H.). Sur l'existence de l'Œillette : en Provence, à l'époque quaternaire, 186, 207 (4 fig.). — Prés. d'ouvr., 171.
FRITEL (R. **CHUDEAU** et P.-H.). Qqs bois silicifiés du Sahara, 186, 207 (2 fig.).

G

Gard. Géol. tectonique de la région du — (prés. d'ouvr.), par P. **TEMMER**, 31.
GAUDE (G.). La région des tufs porphyriques du N. du dépt du Puy-de-Dôme, 135, 141, 9 coupes, 1 c.). — Nouveaux gisements de cipolin dans le N. du dépt du P.-de-D., 214, 243 (1 c.).
Géographie physique. Les Rideaux en pays crayeux, par L. **GENTIL**, 29 [Obs. de G. **RAMOND**, P. **JODOT**, P. **LAMARE**, 30]. — Sur l'origine des terres noires du Maroc, par A. **BRIVES**, 33. — A propos des terres fertiles du Maroc occ., par L. **GENTIL**, 35. — Qqs vues physiques nouv. en géol., par A. **GUÉHARD**, 39. — Formes de désagrégation et d'usure en Portugal (prés. d'ouvr.), par E. **FLEURY**, 122. — Les mouvements ascensionnels de l'écorce terrestre et les tremblements de terre tectoniques, par G. **ZEIL**, 126, 161 (2 fig.). — Sur les jeux divers de l'isostasie, par E. **GUÉHARD**, 127. — Essai d'une explication de la formation des chaînes montagneuses plissées circumpolaires et des plissements terrestres en général, par P. **RUSO**, 171. — Les Dunes de Gascogne (prés. d'ouvr.), par E. **HARLÉ** et J. **HARLÉ**, 180. — Hydrologie de la craie d'Arles, par Ph. **ZURCHER**, 181, 196 [Obs. de L. **JOLEAUD**, 182]. — Les dépôts éoliens dans la région volcanique du P.-de-D., par Ph. **GLANGEAUD**, 184. — Variation du niveau marin depuis l'antiquité, par Ph. **NÉGRIS**, 198. — Sur une nouvelle théorie de la formation des atolls, par L. **GENTIL**, 207 [Obs. de G. **RAMOND**, 209]. — Faune marine contemporaine en Algérie de la ligne de rivage de 148 m., par DE **LAMOTHE**, 213.
Géologie appliquée. Sur la fabrication

des briques et les qualités céramiques des argiles, par L. **BERTRAND** et A. **LANQUINE**, 12. — La — à Alger, par E. **FICHEUX**, 70.
GENTIL (Louis). Sur un prétendu gisement de phosphate pliocène dans les env. de Rabat (Maroc), 25. — Formes de terrains appelées « Rideaux » en pays crayeux, 29. — A propos des terres fertiles du Maroc occ., 35. — A propos des grandes nappes de charriage en Algérie et Tunisie, 48. — Prés. d'ouvr., 81. — Sur la structure et les relations tectoniques du Moyen Atlas et du Haut Atlas, 86. — A propos d'une faune helvétienne à Taza (Maroc), 103. — Sur une nouvelle théorie de la formation des atolls, 207.
GIGNOUX (M.) et C. **HOFFMANN**. Géol. du du bassin pétrolier de Pechelbronn (Alsace), 123.
GIGNOUX (M.) et L. **MORET**. Sur le g. *Orbitolina* et ses relations avec *Orbitolina*, 71, 129 (5 fig., pl. vi).
GILLET (M^{lle} S.). Revision du groupe de la *Trigonia quadrata* Ag., 116, 153 (pl. vii).
GLANGEAUD (Ph.). Rép. à des obs. sur le long chenail houiller du Massif Central (*C.R. somm.* 1919, p. 131), 27. — Le grand sillon houiller du Massif Central et ses abords à l'époque tertiaire, 72. — Prés. d'ouvr., 179. — Les dépôts éoliens dans la région volcanique du Puy-de-Dôme, 184.
GOLDMAN (MARIUS). Prés. d'ouvr., 163.
GOSSELET (J.). Nécrologie, 63. Notice nécrologique, par Ch. **BARROIS**, 97 (portrait).
Grèce. Sur la présence de l'Auverisien et du Tongrien à l'île d'Imbros, par A. **KTÉNAS** et H. **DOUVILLÉ**, 111. — Essai sur la structure de l'Égée, par N. **ARABU**, 113. — Les bassins tertiaires de l'Égée, par N. **ARABU**, 115. — Sur la structure de l'Égée, par G. **ZEIL**, 136.
 Voir : *Albanie*, *Méditerranée*.
GUÉHARD (Ad.). Prés. d'ouvr., 38, 165. — Qqs vues physiques nouv. en géol., 39. — Sur un accident tectonique de la Lune, 88. — Sur les jeux divers de l'isostasie, 127.

H

HARLÉ (Ed. et J.). Prés. d'ouvr., 180.
Helvétien. Obs. sur les flis de Renault et Rélizane de la C. géol. détaillée de

- l'Algérie, par M. LUGEON, 43. — Une faune — ne à Taza (Maroc), par G. LECOINTRE, 102 [Obs. de L. GENTIL, 103].
- Hippopotames*. Contribution à l'étude des — foss., par L. JOLEAUD, 22, 43 (pl. 1).
- HOFFMANN (M. GIGNOUX et C.). Géol. du bassin pétrolifère de Pechelbronn (Alsace), 123.
- HOLLANDE (D.). Nouvelle note sur le Pliocène de Corse, 118.
- Houïller. Rép. à des obs. sur le long chenal — du Massif Central, par Ph. GLANGEAUD (voir *CR. somm.*, 1919, p. 131), 27. — Le grand sillon — du Massif Central et ses abords à l'époque tertiaire, par Ph. GLANGEAUD, 72. — — Chenal — du Plateau Central, par F. DELAFOND, 73. — L'existence du terrain — sur le littoral de la prov. d'Oran : le gîte d'anthracite de Sidna Youcha, près Nemours, par M. DALLON, 133. — Les richesses minérales de l'Afrique du N, par L. JOLEAUD, 164.
- HUBERT (Henry). Emploi du stéréoscope pour l'examen des cartes géol., 14.

I

- Imbros*. Sur la présence de l'Auverisien et du Tongrien à l'île d'—, par A. KTÉNAS et H. DOUVILLÉ, 111.
- Isère*. Sur des foss. remaniés dans le Crétacé sup. de Sassenage, par W. KILIAN et I. DINITCH, 32, 43.
- Italie*. Voir : *Ligurie*.

J

- JODOT (Paul). Note sur la situation géogr. et les conditions tectoniques du gîte foss. de Djedaria (Tunisie), 19, 3. — Obs. sur les « Rideaux », 30.
- JOLEAUD (L.). Contrib. à l'étude des Hippopotames fossiles, 22, 43 (pl. 1). — Rapp. sur l'attrib. du prix Viquesnel à M. J. REPELIN, 60. — Obs. au sujet du creusement de la vallée de la Seine, 83. — Le tremblement de terre ressenti en Tunisie le 26 fév. 1920, 101. — Prés. d'ouvr., 164. — Obs. au sujet de l'hydrologie de la Crau, 182. — Remarques sur deux Vertébrés néogènes de l'Afrique nord-orientale, 196.
- JOLEAUD (Léon BERTRAND et L.). Qqs

- obs. faites au cours d'un récent voyage en Roumanie, 183.
- Jurassique*. Sur des Bélemnites d'Andranosamonta (Madagascar), par M^{lle} MORAND, 78, 158. — Sur la géol. des environs d'Ippécourt (Meuse), par G. COURTY, 89. — Un Gastropode du Bajocien de Dampierre (M.-et-M.) (2 fig.), par M. COSSMANN, 100. — Le — moy. et sup. dans la chaîne des Babor (Algérie), par EHRMANN, 117. — Sur qqs points de la géol. du Guipuzcoa (Espagne), par P. LAMARE, 132. — La signification des terr. paléozoïques et —s de l'Amalat d'Oudja (Maroc or.), par P. RUSSO, 135. — Deuxième note sur le Calc. du Grip (M.-et-L.), par O. COUFFON, 210. Voir : *Callovien*, *Lias*, *Oxfordien*.

K

- KERFORNE (F.). Prés. d'ouvr., 70, 191.
- KILIAN (W.). Rapport sur l'attribution de la médaille Gaudry à M. P. TERNIER, 94.
- KILIAN (W.) et IOVAN DINITCH. Sur des foss. remaniés dans le Crétacé sup. de Sassenage (Isère), 32, 43.
- KTENAS (A.) et H. DOUVILLÉ. Sur la présence de l'Auverisien et du Tongrien à l'île d'Imbros, 111.

L

- LABRIE. Prés. d'ouvr., 146 et *seq.*
- LACROIX (A.). Prés. d'ouvr., 165.
- LACROIX (E.). Prés. d'ouvr., 166. — Les Foraminifères siliceux des marnes oxfordiennes à Ammonites pyriteuses, 169, 218.
- LAMARE (P.). Obs. sur les Rideaux, 30. — Sur qqs points de la géol. du Guipuzcoa (Espagne), 132.
- LAMBERT (J.). Nouvel Échinide montien du Bassin de Paris, 131. — Prés. d'ouvr., 203. — Sur un Échinide nouveau du Montien des env. de Paris, 209, 246 (pl. x).
- LAMOTHE (Gst de). Faune marine contemporaine en Algérie de la ligne de rivage de 148 m., 213, 240.
- LANQUINE (Léon BERTRAND et A.). Géol. appliquée. Fabrication des briques, 12.
- LAUBY (A.). Nécrologie, 4.
- LECOINTRE (G.). Une faune helvétique à Taza (Maroc), 102.

Lias. Présence d'un niveau de schistes à Échinides, dans l'Infra— de St-Sirac (Ariège), par G. DUBAR, 116.

Ligurie. Sur la nature des Fucoides du Flysch éocène, par G. ROVERETO, 91.

LIMA (Wenceslau DE). Nécrologie, 109.

LISSAJOUS (Marcel). A propos du niveau à Spongiaires de la Voulte-s-Rh., 27, 9.

LUGEON (Maurice). Obs. sur les fils de Renault et Rélizane de la Carte géol. dét. de l'Algérie, 43.

Lune. Sur un accident tectonique de la —, par A. GUÉBARD, 88.

Lutétien. Le — inf. dans le bassin de l'Adour, par H. DOUVILLÉ, 14. — Géol. de l'Égypte et du Sinaï et carte de l'isthme de Suez (prés. d'ouvr.), par J. BARTHOUX, 31. — Le — inf. à l'Est de l'isthme de Suez, par H. DOUVILLÉ, 45.

M

- Macédoine*. Voir : *Albanie, Grèce, Méditerranée*.
- Madagascar*. Contr. à l'étude des Hippopotames foss., par L. JOLEAUD, 22, 13 (pl. 1). — Sur des Bélemnites d'Andranosamonta (—), par M^l^o MORAND, 78, 158.
- Maine-et-Loire*. Deuxième note sur le Calc. du Grip (—), par O. COUFFON, 210.
- MARGERIE (Ém. DE). Allocutions, 4, 57. — Prés. d'ouvr., 11.
- Maroc*. Sur un prétendu gis. de phosphate pliocène dans les env. de Rabat, par L. GENTIL, 25 [rép. de A. BRIVES, 78]. — Sur l'origine des terres noires du —, par A. BRIVES, p. 33. — A propos des terres fertiles du — occ., par L. GENTIL, 35. — Obs. de L. GENTIL à propos de la tectonique algéro-tunisienne, 48. — Une hypothèse sur la jonction du Moyen-Atlas nord et du Haut-Atlas marocains, par A. BEAUGÉ, 84, 271 (1 c., 5 coupes, pl. XI). — Sur la structure et les relations tectoniques du Moyen-Atlas et du Haut-Atlas, par L. GENTIL, 86. — Une faune helvétique à Taza (—), par G. LECOINTRE, 102 [Obs. de L. GENTIL, 103]. — La signification des terrains paléozoïques et jurassiques de l'Amalat d'Oudja (— or.), par P. RUSSO, 135. — Résultats d'un nouv. voyage au 30 septembre 1921.
- (prés. d'ouvr.), par A. BRIVES, 201.
- L'Aquitainien continental dans le Sud marocain (prés. d'ouvr.), par J. SAYORNIN, 202.
- MARTY (P.). Stratigraphie du gisement foss. du Pont-de-Gail (Cantal), 75, 27 (4 vues, 1 c.). — Prés. d'ouvr., 179.
- Massif Central*. Rép. à des obs. sur le long chenal houiller du — (CR. somm., 1919, p. 131), par Ph. GLANGEAUD, 27. — Le grand sillon houiller du — et ses abords à l'époque tertiaire, par Ph. GLANGEAUD, 72. — Chenal houiller du Plateau Central, par F. DELAFOND, 73. — La région des tufs porphyriques du N du dépt. du P.-de-D., par G. GARDE, 135, 141 (9 coupes, 1 c.). — Les dépôts éoliens dans la région volcanique du P.-de-D., par Ph. GLANGEAUD, 184. — Nouveaux gisements de cipolin dans le N du dépt. du P.-de-D., par G. GARDE, 214, 243 (1 fig.).
- Mauritanie*. Un gisement de Diatomées en —, par M. PÉRAGALLO, 64.
- MAURY (Eug.). Sur l'existence du Pliocène en Corse, 88. — Sur le Nummulitique de la Balagne (Corse), 118.
- Méditerranée*. Sur la présence de l'Aversien et du Tongrien à l'île d'Imbros, par A. KTÉNAS et H. DOUVILLÉ, 111. — Essai sur la structure de l'Égée, par N. ARABU, 113. — Les bassins tertiaires de l'Égée, par N. ARABU, 115. — Sur la structure de l'Égée, par G. ZEIL, 136. — Variation du niveau marin depuis l'antiquité, par Ph. NÉGRIS, 198. — Faune marine contemporaine en Algérie de la ligne de rivage de 148 m., par DE LAMOTHE, 213.
- Voir : *Albanie, Grèce*.
- MENGAUD (L.). Prés. d'ouvr., sur la région cantabrique, 190.
- Meurthe-et-Moselle*. Un Gastropode du Bajocien de Dampierre (—), (2 fig.), par M. COSSMANN, 100.
- Meuse*. Note sur la géol. des env. d'Ipécourt (—), par G. COURTY, 89.
- MICHEL (Léopold). Nécrologie, 4.
- Miocène*. A propos d'une obs. de M. LUGEON sur le — de l'Algérie occ., par M. DALLONI, 54. — Obs. sur la fil. de Renault de la C. géol. détaillée de l'Algérie, par M. DALLONI, 54. — Sur l'âge des gypses du Dahra (Algérie), par A. BRIVES, 54 [Obs. de J. BARTHOUX, 55]. — Sur la présence du Bull. soc. géol. Fr. XX. — 21

- Mastodon dans la sablière du Kouif, près Tebessa, par A. BRIVES, 212.
 Voir : *Helvétien*.
- MONESTIER (J.). Le Toarcien sup. dans la région sud-est de l'Aveyron, 280.
Montien. Le Calc. — de Meulan (S.-et-O.), par G.-F. DOLLFUS, 130. — Nouv. Échinide — du Bassin de Paris, par J. LAMBERT, 131, 246 (pl. x).
- MORAND (M^{lle} M.). Sur des Bélemnites d'Andranosamonta (Madagascar), 78, 458.
- MORET (M. GIGNOUX et L.). Sur le g. *Orbitopsella* et ses relations avec *Orbitolina*, 71, 129 (5 fig., pl. vi).
- MORLEY (Davies A.). Prés. d'ouv., 69.

N

- Nécrologie*. J. ALMERA, 4, 268 ; J. BERGERON, 4, 110 ; E. DE BOURY, 93 ; A. CARNOT, 121 ; Paul CHOFFAT, 4 ; A. CURET, 3, 4 ; M^{lle} YVONNE DEHORNE, 4 ; M. DEYDIER, 109 ; DREYFUS, 201 ; G.-B. FLAMAND, 3, 4, 45 ; René FOURTAU, 161 ; Jules GOSSELET, 97 ; LAUBY, 4 ; W. DE LIMA, 109 ; L. MICHEL, 4 ; E. NIVOIT, 81 ; D. OEHLERT, 161 ; OUDRI, 9 ; F. PRIEM, 4 ; REYCKAERT, 4 ; A. DE RIAZ, 161 ; J. SEUNES, 189 ; A. SIMON, 37 ; A. VACHER, 161 ; P. VINCEY, 178.
- NÉGRIS (Ph.). Prés. d'ouv., 37. — Variation du niveau marin depuis l'antiquité, 198.
- Néogène*. Remarques sur deux Vertébrés — de l'Afrique nord-or., par L. JOLEAUD, 196.
 Voir : *Miocène*, *Pliocène*.
- NIVOIT (Edm.). *Nécrologie*, 81.
- Nummulitique*. Sur la présence de l'Auvervien et du Tongrien à l'île d'Imbros, par A. KTÉNAS et H. DOUVILLÉ, 111. — Sur le — de la Balagne (Corse), par E. MAURY, 118.
 Voir : *Lutétien*, *Oligocène*.

O

- OEHLERT (Daniel). *Nécrologie*, 161.
- Oligocène*. Sur l'âge aquitain de certains calc. des env. de Marseille, par G. DENIZOT, 187 [Obs. de G.-F. DOLLFUS, 188]. — Sur des cristaux de gypse à fossiles inclus et sur l'origine des pétroles, par J. DURAND, 23, 48.
 Voir : *Nummulitique*.

- Oran. A propos de la tectonique des env. de Tliouanet, par M. DALLONI, 26. — L'existence du terrain houiller sur le littoral de la prov. d'— : le gîte d'antracite de Sidna Youcha, près Nemours, par M. DALLONI, 133. — Les richesses minérales de l'Afrique du N. (prés. d'ouv.), par L. JOLEAUD, 164. — Traces d'organes lumineux observées chez qqs Scopélidés foss., par C. ARAMBOURG, 167. — Sur un Scopélidé foss. à organes lumineux du Sahélien oranais, par C. ARAMBOURG, 168, 233 (1 fig., pl. ix).
- Orbitoïdes*. Rev. des —, 1^{re} part., par H. DOUVILLÉ, 166, 209 (37 fig., pl. viii).
- Orbitolines*. Sur le g. *Orbitopsella* MUN.-CH. et ses relations avec *Orbitolina*, par M. GIGNOUX et L. MORET, p. 71, 129 (5 fig., pl. vi).
- Orléanais*. Sur la position stratigraphique du Calc. de Montabuzard, prés. d'ouv., par G. DENIZOT, 202.
- Ostréidés*. Les *Euostrea*, les *Gryphea* et les *Crassostrea* ; leurs origines, par H. DOUVILLÉ, 65.
- OUDRI. *Nécrologie*, 9.
- Oxfordien*. Les Foraminifères siliceux des marnes — des Ammonites pyriteuses, par E. LACROIX, 169, 218.

P

- Paléobotanique*. Recherches sur qqs graines pliocènes du Pont-de-Gail (Cantal), par M^{me} EL. REID, 49, 48 (1 fig., pl. iii et iv). — Un gisement de Diatomées en Mauritanie, par M. PÉRAGALLO, 64. — Sur la nature des Fucoïdes du flysch éocénique, par G. ROVERETO, 91. — Étude des Diatomées du gis. du Pont-de-Gail, par M. PÉRAGALLO, 111, 88 (pl. v). — Qqs bois silicifiés du Sahara, par R. CHUDEAU et Ph. FRITEL, 186, 202 (2 fig.). — Sur l'existence de l'Œillette en Provence à l'époque quaternaire, par P.-H. FRITEL, 186, 207 (4 fig.).
- Paléozoologie*. Les Cyclostégues de d'Orbigny, par H. DOUVILLÉ, 12. — Contr. à l'étude des Hippopotames foss., par L. JOLEAUD, 22, 43 (pl. i). — Sur des cristaux de gypse à foss. inclus et sur l'origine des pétroles, par J. DURAND, 23. — Les *Euostrea*, les *Gryphea* et les *Crassostrea* ; leurs origines, par H. DOUVILLÉ, 65. — Sur le g. *Orbitopsella* MUN.-CH. et ses re-

- lations avec *Orbitolina*, par M. GIGNOUX et L. MORET, 71, 129 (5 fig., pl. vi). — Malacologie du gisement foss. du Pont-de-Gail (Cantal), par G.-F. DOLLFUS, 77, 37 (3 fig., pl. ii). — Sur des Bélemnites d'Andranosamonta (Madagascar), par M^{lle} M. MORAND, 78. — Un Gastropode du Bajocien de Dampierre (M.^l-et-M.) (2 fig.), par M. COSSMANN, 100. — Rev. du gr. de la *Trigonia quadrata* Ag., par M^{lle} S. GILLET, 116, 153 (pl. vii). — Nouv. Échinide du Montien du Bassin de Paris, par J. LAMBERT, 131, 246 (pl. x). — Rev. des Orbitoïdes, 1^{re} partie, par H. DOUVILLÉ, 166, 209 (37 fig., pl. viii). — Traces d'organes lumineux observées chez qqs Scopélidés foss., par C. ARAMBourg, 167. — Sur un Scopélidé foss. à organes lumineux du Sahélien oranais, par C. ARAMBourg, 168, 233 (1 fig., pl. ix). — Les Foraminifères siliceux des marnes Oxfordiennes à Amm. pyriteuses, par E. LACROIX, 169. — Sur la nomenclature des Melanopsis foss., par G.-F. DOLLFUS, 177. — Les rameaux phylétiqes des Siréniens fossiles de l'ancien monde (prés. d'ouvr.), par Ch. DEPÉRET et F. ROMAN, 180. — Remarques sur deux Vertébrés néogènes de l'Afrique nord-oc., par L. JOLEAUD, 196.
- PALLARY (Paul). Prés. d'ouvr., 177.
- Paris. Profil en long géol. du ch. de fer métro. Porte de St-Cloud au Trocadéro et à l'Opéra, par A. DOLLot, 16 : — *Id.*, Des Invalides aux Invalides, par A. DOLLot, 18. — Plan des lignes métro., chem. de fer et égouts coll. correspondants aux profils géol. du sous-sol parisien, par A. DOLLot, 51. — Carte géol. de — à 1/10 000, par G.-F. DOLLFUS, 82 [Obs. de L. JOLEAUD, 83].
- PÉRAGALLO (M.). Un gisement de Diatomées en Mauritanie, 64. — Étude des Diatomées du gisement de Pont-de-Gail (Cantal), 111, 88 (pl. v).
- Pétroles. Sur des cristaux de gypse à fossiles inclus et sur l'origine des —, par J. DURAND, 23, 48. — Sur l'âge des gypses du Dahra (Algérie), par A. BRIVES, 54 [Obs. de J. BARTHOUX, 55]. — Géol. du bassin pétrolière de Pechelbronn (Alsace), par M. GIGNOUX et C. HOFFMANN, 123 [Obs. de J. CHAUTARD, G.-F. DOLLFUS, 125]. — Qqs obs. faites au cours d'un récent voyage en Roumanie, par L. BERTRAND et L. JOLEAUD, 183. — Atlas des régions pétrolières de la France (analyse), par G.-F. DOLLFUS, 205.
- Phosphate. Sur un prétendu gis. de — pliocène dans les env. de Rabat (Maroc), par L. GENTIL, 25 [rép. de A. BRIVES, 78].
- Pliocène. Sur un prétendu gis. de phosphate — dans les env. de Rabat (Maroc), par L. GENTIL, 25 [rép. de A. BRIVES, 78]. — Recherches sur qqs graines — s du Pont-de-Gail (Cantal), par M^{me} EL. REID, 49, 48 (1 fig., pl. iii et iv). — Stratigraphie du gisement foss. du Pont-de-Gail, par P. MARTY, 75, 27 (4 vues, 1 c.). — Malacologie du gisement foss. du Pont de-Gail, 77, 37 (3 fig., pl. ii). — Sur l'existence du — en Corse, par E. MAURY, 88. — Étude des Diatomées du gis. du Pont-de-Gail, par M. PÉRAGALLO, 111. — Nouv. notes sur le — de Corse, par D. HOLLANDE, 118.
- Poissons. Traces d'organes lumineux observées chez qqs Scopélidés foss., par C. ARAMBourg, 167. — Sur un Scopélidé foss. à organes lumineux du Sahélien oranais, par C. ARAMBourg, 168, 233 (1 fig., pl. ix).
- Pont-de-Gail. Recherches sur qqs grains pliocènes du — (Cantal), par EL. REID, 49, 48 (1 fig., pl. iii et iv). — Stratigraphie du gisement fossilifère du —, par P. MARTY, 75, 27 (4 vues, 1 c.). — Malacologie du gisement foss. du —, par G.-F. DOLLFUS, 77, 37 (3 fig., pl. ii). — Étude des Diatomées du gis. du —, par M. PÉRAGALLO, 111, 88 (pl. v).
- PRIEM (F.). Nécrologie, 4.
- Prix. Attribution des —, 60.
- Provence. Sur l'existence de l'Œillette, en Provence, à l'époque quaternaire, par P.-H. FRITEL, 186, 207 (4 fig.).
- Puy-de-Dôme. La région des tufs porphyriques du N du dépt. du —, par G. GARDE, 135, 141 (9 coupes, 1 c.). — Les dépôts éoliens dans la région volcanique du —, par Ph. GLANGEAUD, 184. — Nouveaux gisements de cipolin dans le N du dépt. du —, par G. GARDE, 214, 243 (1 fig.).
- Pyénées. A propos des brèches céno-maniennes de la région sous-pyrénéenne, par L. BERTRAND, 112. — Sur quelques points de la géol. du Guipuzcoa (Espagne), par P. LAMARE, 132. — Recherches géol. dans la région cantabrique (prés. d'ouvr.), par L.

MENGAUD, 190 [Obs. de H. DOUVILLÉ, 190]. — Sur les relations des nappes et des plis pyrénéens, par L. BERTRAND, 193.

Pyrénées (Basses). Le Lutétien inf. dans le bassin de l'Adour, par H. DOUVILLÉ, 14. — Rev. des Échinides des falaises de Biarritz (prés. d'ouvr.), par CASTEX et J. LAMBERT, 203 [Obs. de H. DOUVILLÉ, 203].

Q

Quaternaire. Corrélation entre les terrains —s, les récurrences glaciaires et les mouv. ascensionnels de l'écorce terrestre, par G. ZEIL, 27, 124. — Un gisement de Diatomées en Mauritanie, par M. PÉRAGALLO, 64. — Glaciation — de l'Albanie moy. (prés. d'ouvr.), par J. BOURCART, 179. — Sur l'existence de l'Œillette à l'époque — en Provence, par P.-H. FRITEL, 186, 207 (4 fig.).

R

RAMOND (G.). Obs. sur les « Rideaux » 30, 43. — Sur les dunes et les atolls, 209.

Règlement (modifications au), 56, 63.

REID (M^{me} El.). Recherches sur qqs graines plicènes du Pont-de-Gail (Cantal), 49, 48 (1 fig., pl. III et IV).

REPELIN (J.). Attribution du Prix Viquesnel, 60. — Qqs obs. sur le Tertiaire du Bordelais, 212.

Réunion extraordinaire en 1920, à Bordeaux, 141. — Qqs obs. sur le Tertiaire du Bordelais, par J. REPELIN, 212.

Revue de géologie et des sciences connexes, 63.

REYCKAERT. Nécrologie, 4.

RIAZ (Aug. DE). Nécrologie, 161.

ROIG (Mario Sanchez). Prés. d'ouvr., 107.

ROMAN (Ch. DEPÉRET et F.). Prés. d'ouvr., 180.

Roumanie. Qqs obs. faites au cours d'un récent voyage en —, par L. BERTRAND et L. JOLEAUD, 183.

ROVERETO (Gaetano). Sur la nature des Fucoides du Flysch éocénique, 91.

ROZIER. Réun. extraord. S. G. F. à Bordeaux, 141 et sq.

RUSO (P.). La signification des terrains paléozoïques et jurassiques de l'amalat d'Oudjda (Maroc oriental), 135. — Essai d'une explication de la forma-

tion des chaînes montagneuses plissées circumpolaires et des plissements terrestres en général, etc., 171.

S

SACCO (F.). Prés. d'ouvr., 70.

Sahara. Qqs bois silicifiés du —, par R. CHUDEAU et P.-H. FRITEL, 186, 202 (2 fig.).

SAN MIGUEL (M.). Prés. d'ouvr., 70.

SAVORNIN (J.). Les nappes de charriage de Djurjura et des Biban, 37. — Obs. tectoniques sur le massif des Zaccars (départ. d'Alger), 79. — Prés. d'ouvr., 81, 94, 202.

Seine-et-Oise. Le Calcaire montien de Meulan (—), par G.-F. DOLLFUS, 130. — Nouv. Échinide montien du Bassin de Paris, par J. LAMBERT, 131.

SEUNES (Jean). Nécrologie, 189.

SIMON (Aug.). Nécrologie, 37.

Spéléologie. Prés. d'ouvr., par E. FOURNIER, 10.

Spongiaires. A propos du niveau à — de la Voulte-sur-Rhône, par M. LISSAJOUS, 27, 9.

STUART-MENTEATH (P.W.). — Sur les mylonites des Pyrénées, 137.

T

Tectonique. Note sur la situation géogr. et les conditions —s du gîte foss. du Djedaria (Tunisie), par P. JODOT, 19, 3. — A propos de la — des env. de Tliouanet (Oran), par M. DALLONI, 26. — Corrélations entre les Terrains quaternaires, les récurrences glaciaires et les mouvements ascensionnels de l'écorce terrestre, par G. ZEIL, 27, 124. — Tectonique des Asturies (prés. d'ouvr.), par P. TERMIER, 30. — Géol. — de la région du Gard (prés. d'ouvr.), par P. TERMIER, 31. — Nappes de charriage du Djurjura et des Bibans (prés. d'ouvr.), par J. SAVORNIN, 37. — Considérations sur la dynamique de l'écorce terrestre, par E.-C. ABENDANON, 39. — Quelques vues physiques nouvelles en géol., par A. GUÉBHARD, 39. — Obs. de — algéro-tunisienne, par P. TERMIER, 46 [Obs. de L. GENTIL, 48]. — A propos d'une obs. de M. LUGÉON sur le Miocène de l'Algérie occ., par M. DALLONI, 54. — Obs. — sur le Massif des Zaccars (Alger), par J. SAVORNIN, 79. — Étude sur les nappes de

- charriage de l'Afrique du N (prés. d'ouvr.), par J. SAVORNIN, 81. — Une hypothèse sur la jonction du Moyen Atlas N et du Haut Atlas marocain, par A. BEAUGÉ, 84, 274 (Ic., 5 coupes, pl. xi). — Sur la structure et les relations tectoniques du Moyen Atlas et du Haut Atlas, par L. GENTIL, 86. — Sur un accident tectonique de la Lune, par A. GUÉBHARD, 88. — La structure de la chaîne numidique, obs. sur les prétendus charriages de la région de Constantine, par M. DALLONI, 107, 187 (3 coupes). — Les mouvements ascensionnels de l'écorce terrestre et les tremblements de terre —s, par G. ZEIL, 126, 161 (2 fig.). — Sur les jeux divers de l'isostasie, par A. GUÉBHARD, 127. — L'existence du terrain houiller sur le littoral de la prov. d'Oran, près Nemours, par M. DALLONI, 133. — Sur la structure de l'Égée, par G. ZEIL, 136. — Essai d'une explication de la formation des chaînes montagneuses plissées circum-polaires et des plissements terrestres en général, par P. RUSSO, 171. — Qqs obs. faites au cours d'un récent voyage en Roumanie, par L. BERTRAND et L. JOLEAUD, 183. — Recherches géol. dans la région cantabrique (prés. d'ouvr.), par L. MENGAUD, 190 [Obs. de H. DOUVILLÉ, 190]. — Sur les relations des nappes et des plis pyrénéens, par L. BERTRAND, 193. — Résultats d'un nouveau voyage au Maroc (prés. d'ouvr.), par A. BRIVES, 201.
- TEILHARD DE CHARDIN. Prés. d'ouvr., 204.
- TERMIER (Pierre). Allocution, 7. — La tectonique des Asturies, 30. — Obs. de tectonique algéro-tunisienne, 46. — Prés. d'ouvr., 70. — Reçoit le prix Gaudry, 60, 94.
- TERMIER (Pierre) et Georges FRIEDEL. Tectonique de la région du Gard, 31.
- Tertiaire. Profil en long géol. du métré, à Paris, par A. DOLLLOT, 16, 18. — Faunule des Calc. lacustres de la Touraine, par G.-F. DOLLFUS, 21. — Plan des lignes métr., ch. de fer et égouts coll. correspondant aux profils géol. du sous-sol parisien, par A. DOLLLOT, 51. — Le grand sillon houiller du Massif Central et ses abords à l'époque —, par Ph. GLAN-GEAUD, 72. — Carte géol. de Paris, à 1/10 000, par G.-F. DOLLFUS, 82 [Obs. de L. JOLEAUD, 83]. — Sur la présence de l'Auvervien et du Tongrien à l'île d'Imbros, par A. KTÉNAS et H. DOUVILLÉ, 111. — Les bassins de l'Égée, par N. ARABU, 115. — Réunion. extraord. S. G. F. à Bordeaux, etc., 141. — Qqs obs. sur le Tertiaire du Bordelais, par J. REPELIN, 212.
- Voir : *Pliocène, Miocène, Nummulitique.*
- Toarcien. Le — sup. de la région sud-est de l'Aveyron, par J. MONESTIER, 280.
- Touraine. Faunules des Calc. lacustres de la —, par G.-F. DOLLFUS, 21.
- Tremblement de terre. Le — ressenti en Tunisie, le 26 fév. 1920, par L. JOLEAUD, 101. — Les mouvements ascensionnels de l'écorce terrestre et les —s — tectoniques, par G. ZEIL, 126, 161 (2 fig.).
- Trias. Les bauxites triasiques de la Catalogne, par FAURISANS et J. R. BATALLE CALATAYUD, 78, 251 (1 c.). — Sur l'âge et le mode de formation des gypses réputés —iques des Corbières, par J. DURAND, 173. — A propos des gypses des Corbières, par L. BERTRAND, 192.
- Tunisie. N. sur la situation géogr. et les conditions tectoniques du gîte foss. de Djedaria (—), par P. JODOT, 19, 3. — Obs. de tectonique algéro-tunisienne, par P. TERMIER, 46 [Obs. de L. GENTIL, 48]. — Le tremblement de terre ressenti en — le 26 fév. 1920, par L. JOLEAUD, 101.

V

- VACHER (Antoine). Nécrologie, 161.
- Vertébrés. Contribution à l'étude des Hippopotames fossiles, par L. JOLEAUD, 22, 43 (pl. i). — Les rameaux phylétiques des Siréniens foss. de l'ancien monde (prés. d'ouvr.), par Ch. DÉPÉRET et F. ROMAN, 180. — Remarques sur deux — néogènes de l'Afrique nord-est., par L. JOLEAUD, 196. — Succession des faunes de Mammifères dans l'Éocène inf. européen (prés. d'ouvr.), par TEILHARD DE CHARDIN, 204. — Sur la présence du Mastodon dans la sablière du Kouif, près Tebessa, par A. BRIVES, 212.
- VINCEY (Paul). Nécrologie, 178.

W

- WATELIN (J.). Prés. d'ouvr., 192.

Z

ZEIL (G.). Corrélations entre les terrains quaternaires, les récurrences glaciaires et les mouvements ascensionnels de l'écorce terrestre, 27, 124.

— Les mouvements ascensionnels de l'écorce terrestre et les tremblements de terre tectoniques, 126, 161 (2 fig.).
— Sur la structure de l'Egée, 136.
ZÜRCHER (Ph.). Hydrologie de la craie d'Arles, 181, 196.

DATES DE PUBLICATION

des fascicules qui composent ce volume.

Fascicule 1-3	—	(Feuilles 1-6, pl. I-V)	Décembre 1920.
— 4-6	—	(— 7-13, pl. VI-VII, 2 portraits)	Avril 1921.
— 7-9	—	(— 14-21, pl. VIII-XI)	Septembre 1921.

ERRATA

CR. somm. n° 3. — Séance du 2 février 1920.

P. 30, ligne 7, *au lieu de* : la Sablonnière, *lire* : Sablonnières.

P. 33, lignes 31-32, *au lieu de* : antécénomaniennes, *lire* : antésénoniennes.

CR. somm. n° 2. — Séance du 19 janvier 1920.

P. 24, ligne 9, *au lieu de* : l'hydrogène, *lire* : le carbone.

CR. somm. n° 14. — Séance du 8 novembre 1920.

P. 171, ligne 18, *au lieu de* : inévitables, *lire* : évitables.

Bulletin. Tome XX, fasc. 1-3, notes et mémoires.

P. 6, ligne 26, *au lieu de* : ramenées, *lire* : ramassées.

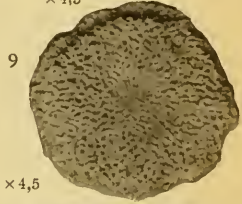
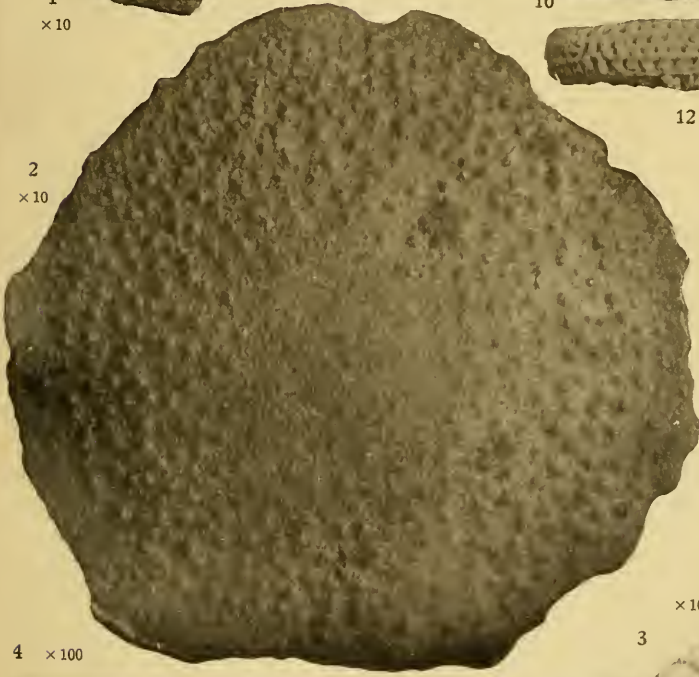
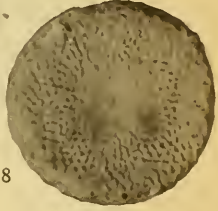
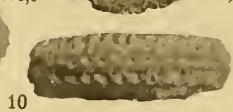
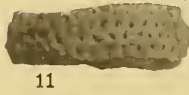
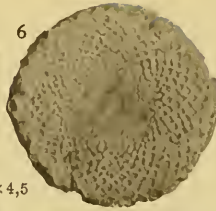
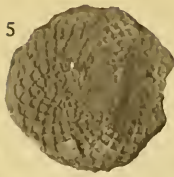
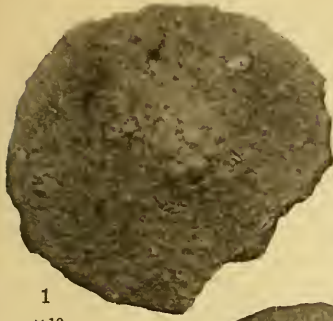
P. 7 — 14, *au lieu de* : par, *lire* : que.

COMPTES RENDUS DES RÉUNIONS EXTRAORDINAIRES
DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

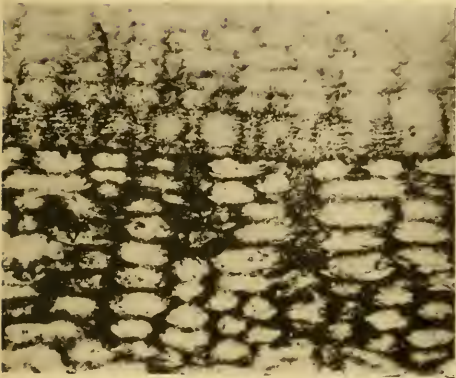
*Extraits du Bulletin, en vente à la Société
(50 0/0 aux membres de la Société.)*

1831. Beauvais (<i>Bull.</i> , t. II, pp. 1-23, pl. 1).....	» »
1832. Caen (<i>Bull.</i> , t. III, pp. 1-16).....	» »
1833. Clermont-Ferrand (<i>Bull.</i> , t. IV, pp. 1-60).....	» »
1834. Strasbourg (<i>Bull.</i> , t. VI, pp. 1-59).....	» »
1835. Mézières (<i>Bull.</i> , t. VI, pp. 323-358, 1 pl. en couleurs).	» »
1836. Autun (<i>Bull.</i> , t. VII, pp. 311-360, 1 pl.).....	» »
1837. Alençon (<i>Bull.</i> , t. VIII, pp. 323-394, 1 pl.).....	» »
1838. Porrentruy (Suisse) (<i>Bull.</i> , t. IX, pp. 356-450, 1 pl.).....	» »
1839. Boulogne-sur-Mer (<i>Bull.</i> , t. X, pp. 385-456, 1 pl.)....	» »
1840. Grenoble (<i>Bull.</i> , t. XI, pp. 379-452, 1 pl.).....	» »
1841. Angers (<i>Bull.</i> , t. XII, pp. 425-490, 3 pl.).....	» »
1842. Aix-en-Provence (<i>Bull.</i> , t. XIII, pp. 405-532, 2 pl.)....	» »
1843. Poitiers (<i>Bull.</i> , t. XIV, pp. 629-653, 1 pl.).....	» »
1844. Chambéry (<i>Bull.</i> , 2 ^e s., t. I, 260 p., 2 pl.).....	» »
1845. Avallon (Yonne) (<i>Bull.</i> , 2 ^e s., t. II, 96 p., 1 pl.).....	» »
1846. Alais (<i>Bull.</i> , 2 ^e s., t. III, 97 p., 1 pl.).....	» »
1847. Épinal (<i>Bull.</i> , 2 ^e s., t. IV, 88 p.).....	» »
1849. Épernay (Marne) (<i>Bull.</i> , 2 ^e s., t. VI, 58 p., 1 pl.)....	» »
1850. Le Mans (<i>Bull.</i> , 2 ^e s., t. VII, 64 p., 1 pl.).....	» »
1851. Dijon, 96 p., 1 pl.....	3 »
1852. Metz, 64 p., 1 tabl., 1 pl.....	3 »
1853. Valenciennes, 38 p.....	2 »
1854. Valence-sur-Rhône (Drôme), 72 p.....	2 50
1855. Paris, 78 p., 1 pl.....	2 50
1856. Joinville (Haute-Marne), 104 p.....	2 50
1857. Angoulême, 64 p.....	2 »
1858. Nevers, 130 p.....	3 »
1859. Lyon, 120 p.....	2 50
1860. Besançon, 56 p.....	2 »
1861. Saint-Jean-de-Maurienne, 134 p., 2 pl.....	3 »
1862. Saint-Gaudens, 76 p., 2 pl.....	2 50
1863. Liège, 118 p., 1 pl.....	4 »
1864. Marseille, 106 p., 1 tabl., 1 pl.....	3 »
1865. Cherbourg, 16 p.....	2 »
1866. Bayonne, 44 p., 1 pl.....	2 »
1867. Paris, 76 p.....	2 »
1868. Montpellier, 130 p., 3 pl.....	3 »
1869. Le Puy, 140 p., 1 pl.....	3 »
1872. Digne, 152 p., 4 pl.....	3 50
1873. Roanne, 76 p., 2 pl.....	2 »

1874. Mons et Avesnes, 170 p., 3 pl.....	5 »
1875. Genève et Chamonix, 156 p., 1 tabl., 4 pl.....	4 »
1876. Chalon-sur-Saône et Autun, 122 p., 3 pl.....	3 »
1877. Fréjus et Nice, 130 p., 4 pl., Carte géol. des env. de Nice	7 »
1878. Paris, 78 p., 6 pl.....	3 »
1879. Semur, 194 p., 7 pl.....	6 »
1880. Boulogne-sur-Mer, 220 p., 5 pl.....	5 »
1881. Grenoble, 130 p., 2 pl.....	2 50
1882. Foix, 158 p., 4 pl.....	4 »
1883. Charleville, 106 p.....	2 »
1884. Aurillac, 56 p.....	2 »
1885. Jura méridional, 143 p., 1 pl.....	4 »
1886. Finistère, 172 p., 6 pl.....	5 »
1887. Charente et Dordogne, 117 p., 1 pl.....	3 »
1888. Allier, 170 p., 7 pl.....	9 »
1889. Paris, 47 p.....	2 »
1890. Clermont-Ferrand, 280 p., 9 pl.....	14 »
1891. Provence, 181 p., 5 pl.....	10 »
1892. Corbières, 81 p., 4 pl.....	7 »
1893. Velay et Lozère, 188 p., 9 pl.....	12 »
1894. Lyon et Bollène (Vaucluse), 132 p., 8 pl.....	9 »
1895. Basses-Alpes, 368 p., 17 pl.....	18 »
1896. Algérie, 268 p., 9 pl.....	12 50
1897. Vosges, Belfort et Porrentruy (Suisse), 132 pl., 1 pl...	4 »
1898. Barcelone (Espagne), 240 p., 2 pl.....	8 50
1899. Versant méridional de la Montagne Noire, 186 p., 4 pl.	8 »
1900. Trois excursions aux env. de Paris (Étampes, Auvers- sur-Oise, Arcueil), 48 p., 17 fig. et cartes.....	2 »
1901. Lausanne et Chablais (les grandes nappes de recouv- rement des Alpes suisses), 149 p., 4 pl.....	10 »
1902. Alpes-Maritimes, 438 p., 42 pl.....	20 »
1903. Poitiers, Saint-Maixent, Niort et Parthenay, 242 p., 5 pl.....	10 »
1904. Caen, Flers et Cherbourg, 93 p., 45 fig., 6 pl.....	8 »
1905. Turin et Gênes, 108 p., 6 pl.....	8 »
1906. Pyrénées occidentales (Luz, Gavarnie, les Eaux- Chaudes), 76 p., 19 fig.....	2 50
1907. Causses et Cévennes, 94 p., 19 fig., 2 pl.....	3 »
1908. Nantes, Chalonnnes et Chateaubriant, 98 p., 14 fig., tabl..	3 »
1909. Sarthe et Mayenne (Évron, Sillé-le-Guillaume, Sablé, Laval), 132 p., 53 fig.....	3 »
1910. Valence, Alais, Nîmes, 99 p., 11 fig., 5 pl.....	6 »
1911. Jura, 64 p.....	2 50
1912. Laon, Reims, Mons, Bruxelles, Anvers, 153 p., 42 fig., 8 pl.....	10 »
1913. Env. de Narbonne, Corbières septentrionales et Miner- vois, 92 p., 14 fig., 4 pl.....	10 »

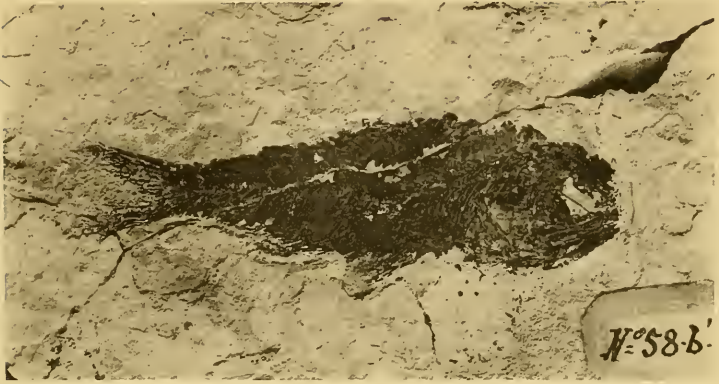


4 ×100

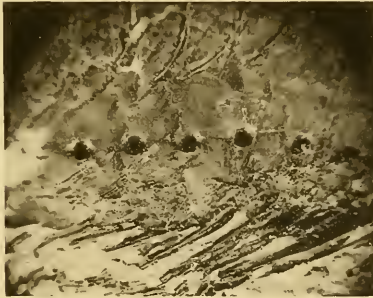


3 ×100



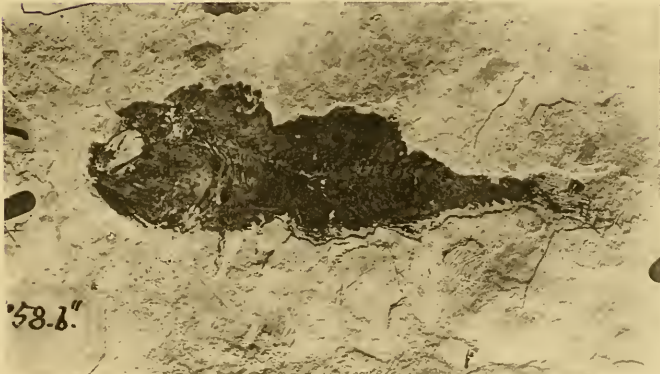


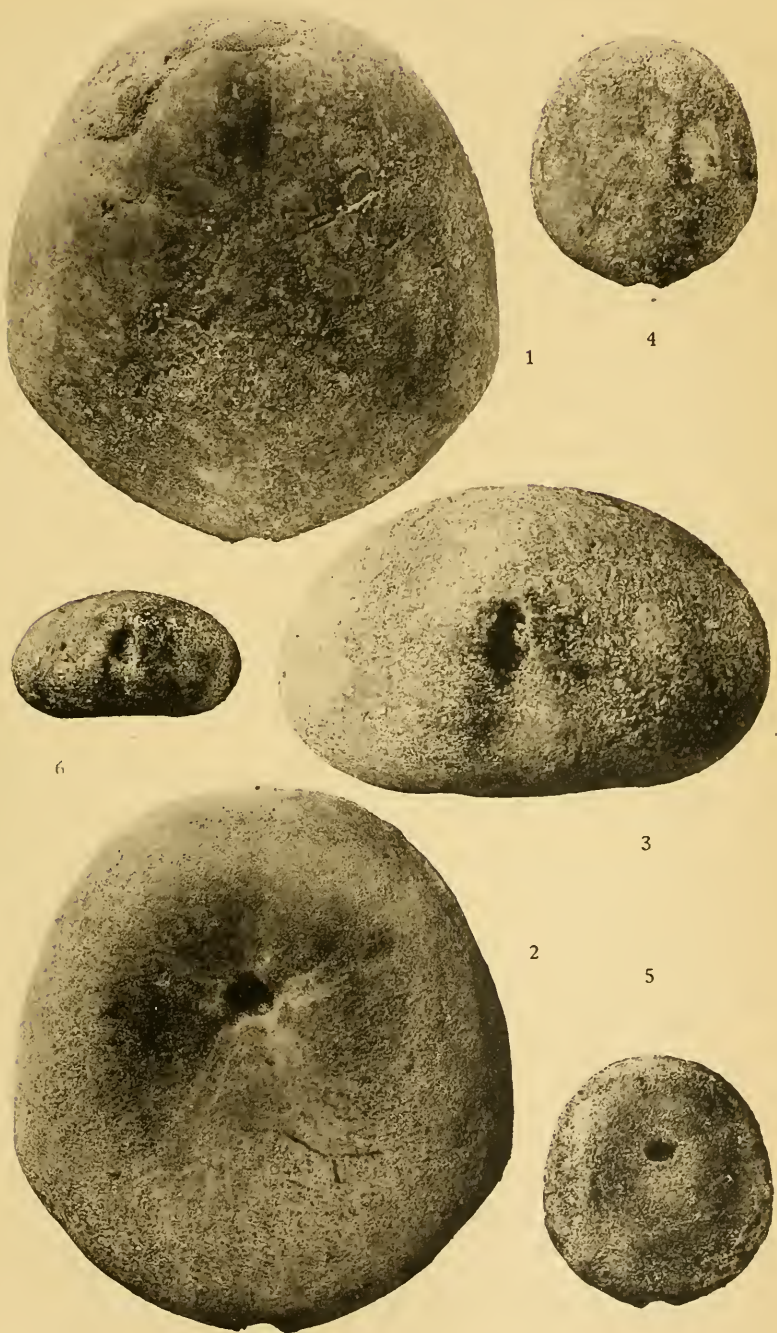
1



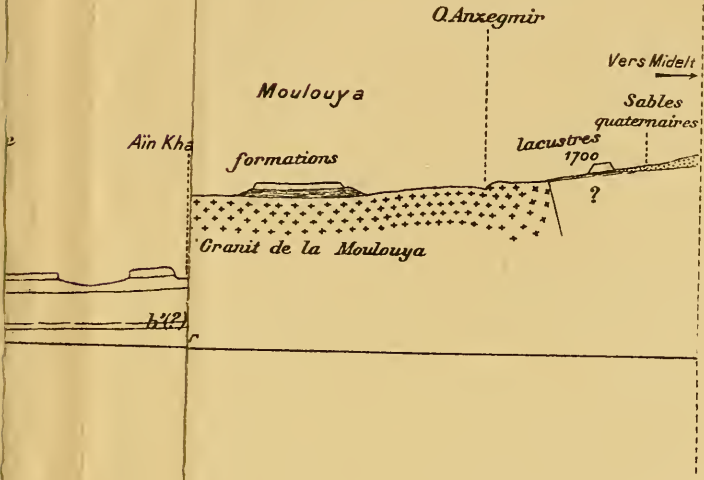
3

2





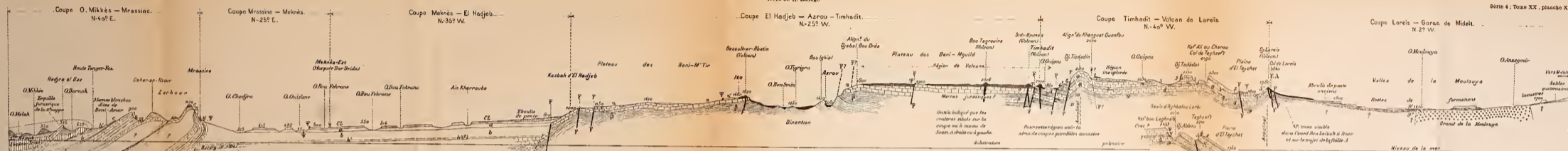
dupe Meknès — El de Midelt.....
N.-35° W.



Miocène Moulouya

ternances de grès et sa
 rnes noires, jaunes ou e base à gros
 concrétions ferrugineu et cristallines
 base, couches de marne
 ites Marnes de Beni A
 daire et grès à *Pecten*

ongueurs 1|250000
 auteurs 1|62500 [1 mm. = 62 m. 50]



Nappes du Zerhoun		Flocène		Miocène		Jurassique		Primaire		Éocène		Péruo-Trias de la Moulouya											
Jurassique	I	CL	Calcaire et marne lacustres du Pliocène inférieur	a	Tortonien	M	Marnes noires, jaunes ou grises à conchifères ferrugineux	10	Sables micacés	1	Calcaires blancs friables, à nombreux stries des fauilles provenant de la coupe amont (I)	u	Argiles rouges gyssées										
	II													b	Helvétien	2	Marnes grises noir à bandes calcaires	11	Schistes micacés et schistes compactes	2	Calcaires et grès à Célestes et Turbellières - stries. (Houille) Goraa et Koubaï (coupe II) et plaine d'El Tachet	v	Conglommats et graviers de bas, à graviers de schistes peliteux et de calcaires (paille noire)
	III																						
Enveloppe miocène		c	Burdigalien	3	Marnes grises ou blanchâtres (1 à 5 m.)	4	Marnes dures rouges, roses ou crèmes (conchifères caractéristiques dans toutes les coupes) (25 à 30 m.)	x	Marnes grises (Craie) à base primaire de Timhadit à 1; Moulouya très fossilifère à Aglabou. Épaisseur variable de 50 à 100 m.	y	Sables quartziteux												
Jurassique												a	Tortonien	M	Marnes noires, jaunes ou grises à conchifères ferrugineux	10	Sables micacés	1	Calcaires blancs friables, à nombreux stries des fauilles provenant de la coupe amont (I)	u	Argiles rouges gyssées		
Enveloppe miocène		c	Burdigalien	3	Marnes grises ou blanchâtres (1 à 5 m.)	4	Marnes dures rouges, roses ou crèmes (conchifères caractéristiques dans toutes les coupes) (25 à 30 m.)	x	Marnes grises (Craie) à base primaire de Timhadit à 1; Moulouya très fossilifère à Aglabou. Épaisseur variable de 50 à 100 m.	y	Sables quartziteux												

Coupe du Zerhoun à la Moulouya

Échelle des longueurs 1/25000
Échelle des hauteurs 1/62500 [1 mm = 62 m. 50]

MÉMOIRES-GÉOLOGIE

Paraissant irrégulièrement depuis 1833, format in-4° raisin. Prix divers, 50° pour les Membres de la Société.

Extrait du Catalogue.

COSSMANN et LAMBERT. Etude paléontologique et stratigraphique sur le terrain oligocène marin des environs d'Elampes. 88 p., 1 tabl., 6 pl.	20 fr.
Ph. THOMAS. Recherches stratigraphiques et paléontologiques sur quelques formations d'eau douce de l'Algérie. 54 p., 1 tabl., 5 pl.	4 "
COSSMANN. Contribution à l'étude de la faune de l'étage bathonien en France (Gastropodes). 374 p., 18 pl.	30 "
TERQUEM. Les Entomostracés Ostracodes du système oolithique de la zone à Am. Parkinsoni de Fontoy (Mosellé). 46 p., 6 pl.	4 "
TERQUEM. Les Entomostracés Ostracodes du Fuller's Earth des environs de Varsovie. 112 p., 12 pl.	6 "
C. GRAND'ÉRY. Formation des couches de houille et du terrain houiller. 196 p., 10 pl.	20 "
H. FILIOL. Études sur les vertébrés fossiles d'Issel (Aude).	16 "
G. COTTEAU. Echinides éocènes de la province d'Alicante. 107 p., 16 pl.	15 "
A. DOLLET, P. GOBILLÉ et G. RAMOND. Les grandes plâtrières d'Argenteuil (Seine-et-Oise). Historique, genèse et distribution des formations gypseuses de la région parisienne. 48 p., 7 fig., 4 pl.	5 "
P.-L. PREYER. Aperçu géologique sur la colline de Turin. 48 p., 7 fig., 1 carte.	8 "
G. ZEIL. Contribution à l'étude géologique du Haut-Tonkin. — H. LANTENOIS. Note sur la géologie de l'Indo-Chine. — René de LAMOTHE. Note sur la géologie du Cambodge et du Bas-Laos. 80 p., 1 pl., 3 cartes en couleurs.	12 "
Général DE LAMOTHE. Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger et d'une partie de la côte algérienne. 288 p., 3 pl., 1 carte en couleurs.	15 "
Léon CAREZ. Résumé de la Géologie des Pyrénées françaises. 132 p., 1 pl., 6 cartes en couleurs.	15 "
Maurice LUGON. Etude géologique sur le projet de Barrage du Haut-Rhône français à Génissiat (près de Bellegarde). 136 p., 7 pl.	15 "

MÉMOIRES-PALÉONTOLOGIE

PAR SOUSCRIPTION PAYABLE AVANT L'APPARITION DU VOLUME ANNUEL :
FRANCE, 30 FRANCS, FRANCO. — ÉTRANGER, 35 FRANCS; FRANCO

Liste des Mémoires qui se vendent isolément :

Une remise de 20° est accordée sur ces prix aux Membres de la Société.

2. J. SEUNES. Contributions à l'étude des Céphalopodes du Crétacé supérieur de France. 6 pl., 22 p.	15 fr.
3. Ch. DEPÉRET. Les Animaux pliocènes du Roussillon. 17 pl., 188 p.	60 "
5. G. DE SAPORTA. Recherches sur les végétaux du niveau aquitainien de Manosque. 20 pl., 83 p.	35 "
14. M. COSSMANN. Contribution à la Paléontologie française des terrains jurassiques (en cours) : Etudes sur les Gastropodes des terrains jurassiques : Opisthobranches. 6 pl., 168 p.	25 "
15. S. STEFANESCU. Etudes sur les terrains tertiaires de la Roumanie; Contribution à l'étude des faunes sarmatique, pontique et levantine. 11 pl., 152 p.	15 "
19. M. COSSMANN. Contribution à la Paléontologie française des terrains jurassiques (en cours) : Gastropodes : Nérinées. 13 pl., 180 p.	35 "
20. V. POPOVICI-HATZEG. Contribution à l'étude de la faune du Crétacé supérieur de Roumanie; Environs de Campulung et de Sinaia. 2 pl., 22 p.	6 "
21. R. ZEILER. Etude sur la flore fossile du bassin houiller d'Héraclée (Asie-Mineure). 6 pl., 91 p.	15 "
22. P. PALLARY. Sur les Mollusques fossiles terrestres, fluviatiles et saumâtres de l'Algérie. 3 pl., 218 p.	10 "
23. G. SAYN. Les Ammonites pyrénéennes des marnes valanginiennes du Sud-Est de la France (en cours). 6 pl., 69 p.	17 "
24. J. LAMBERT. Les Echinides fossiles de la province de Barcelone. 9 pl., 128 p.	18 "
25. H.-E. SAUVAGE. Recherches sur les Vertébrés du Kiméridgien supérieur de Fumel (Lot-et-Garonne). 5 pl., 36 p.	12 "
26. Ch. DEPÉRET et F. ROMAN. Monographie des Pectinidés néogènes de l'Europe et des régions voisines 1 ^{re} partie : genre <i>Pecten</i> (en cours). 23 pl., 169 p.	60 fr.

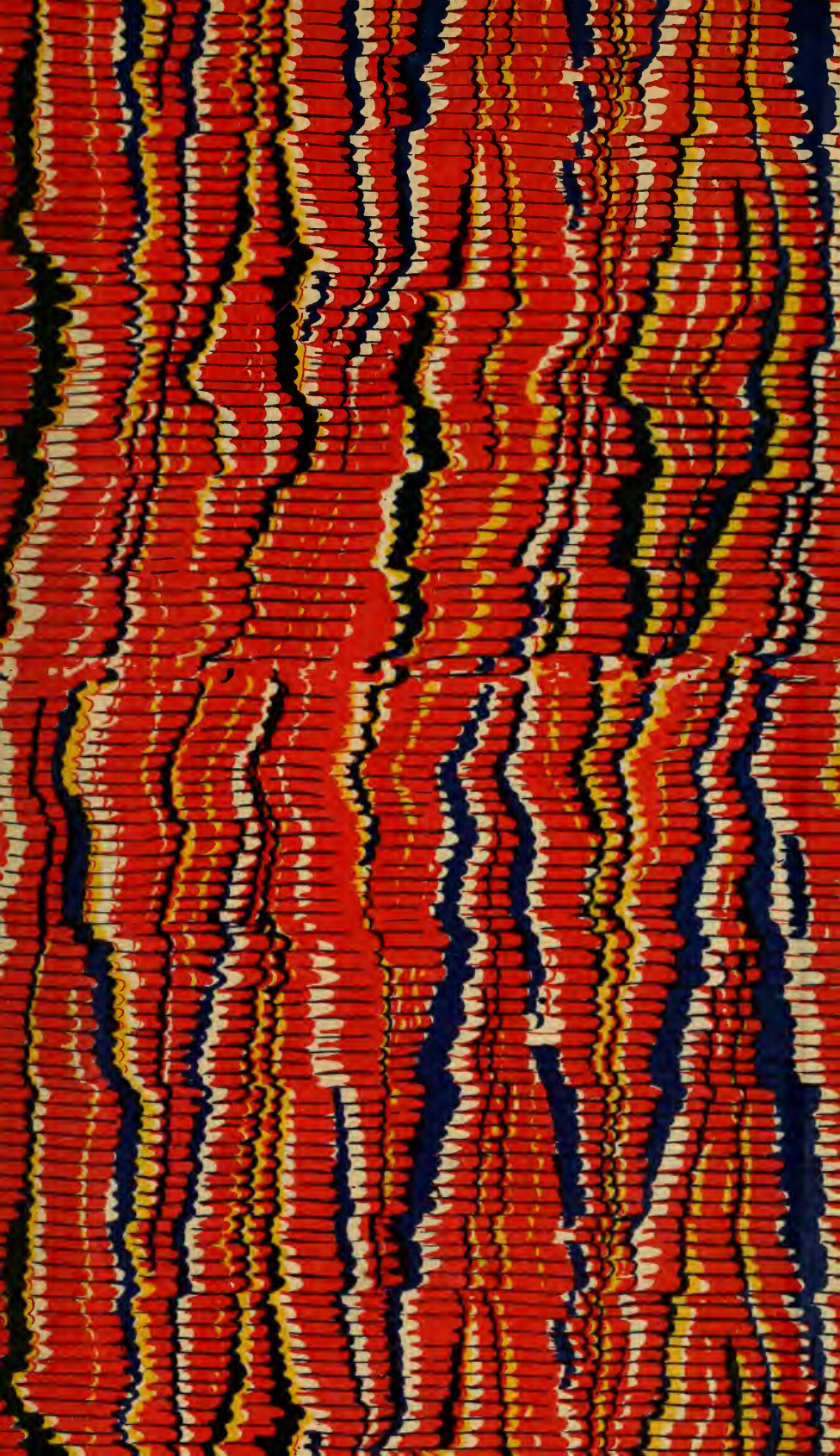
27. G. DOLLFUS et Ph. DAUTZENBERG. Conchyliologie du Miocène moyen du Bassin de la Loire; Description des gisements fossilifères; Pélécy-podes. 51 pl., 500 p.....	150	»
28. Marcellin BOULE. Le <i>Pachyæna</i> de Vaugirard. 2 pl., 16 p.....	5	»
29. V. PAQUIER. Les Rudistes urgoniens. 13 pl., 102 p.....	28	»
30. Ar. TOUCAS. Etudes sur la classification et l'évolution des Hippurites. 17 pl., 128 p.....	38	»
31. Albert GAUDRY. Fossiles de Patagonie: Dentition de quelques Mammifères. 28 p., 42 fig. dans le texte.....	4	»
32. Paul LEMOINE et Robert DOUVILLÉ. Sur le genre <i>Lepidocyclina</i> Gûmbel. 3 pl., 42 p.....	10	»
33. Ferdinand CANU. Les Bryozoaires du Patagonien. Echelle des Bryozoaires pour les Terrains tertiaires. 5 pl., 30 p.....	11	»
34. Charles EASTMAN. Les types de Poissons fossiles du Monte-Bolca au Muséum d'Histoire naturelle de Paris. 5 pl., 32 p.....	11	»
35. V. POPOVICI-HATZEG. Les Céphalopodes du jurassique moyen du Mont Strunga (massif de Bucegi, Roumanie). 6 pl., 28 p.....	12	»
36. Ar. TOUCAS. Etudes sur la classification et l'évolution des Radiolitidés. 24 pl., 132 p.....	48	»
37. Edm. PELLAT et M. COSSMANN. Barrémien supérieur à faciès urgonien de Brouzet-lez-Alais (Gard). 9 fig. texte, 6 pl., 42 p.....	15	»
38. Charles JACOB. Etude sur quelques Ammonites du Crétacé moyen. 44 fig., 9 pl., 64 p.....	20	»
39. A. PEZANT. Etude iconographique des Pleurotomes fossiles du Bassin de Paris. 5 pl., 30 p.....	12	»
40. P.-H. FRITEL. Etudes sur les végétaux fossiles de l'étage Sparnacien du Bassin de Paris. 3 pl., 37 p.....	7	»
41. Henri DOUVILLÉ. Etudes sur les Rudistes. Rudistes de Sicile, d'Algérie, d'Egypte, du Liban et de la Perse. 7 pl., 84 p.....	15	»
42. Léon PERVINQUIÈRE. Sur quelques Ammonites du Crétacé algérien. 7 pl., 36 p.....	15	»
43. Robert DOUVILLÉ. Céphalopodes argentins. 3 pl., 24 p.....	7	»
44. Gustave F. DOLLFUS. Les coquilles du Quaternaire marin du Sénégal. Introduction géologique par A. DÈREIMS. 4 fig., 4 pl., 72 p.....	10	»
45. Robert DOUVILLÉ. Etude sur les Cardiocératidés de Dives, Villers-sur-Mer et quelques autres gisements. 34 fig., 5 pl., 77 p.....	12	»
46. Maurice COSSMANN. Contribution à la paléontologie française des terrains jurassiques (voir mém., n° 14, 19); <i>Cerithiacea</i> et <i>Loxonematacea</i> , 11 pl., 264 p.....	35	»
47. Lucien MORELLET et Jean MORELLET. Les Dasycladacés du Tertiaire parisien. 24 fig., 3 pl., 43 p.....	8	»
48. Robert DOUVILLÉ. Etudes sur les Opeleiidés de Dives et Villers-sur-Mer. 31 fig., 2 pl., 26 p.....	5	»
49-50. F. PRIEM. Sur des Poissons fossiles et en particulier des Siluridés du Tertiaire supérieur et des couches récentes d'Afrique (Egypte et région du Tchad). — Sur des Poissons fossiles des terrains tertiaires d'eau douce et d'eau saumâtre de France et de Suisse. 9 pl., 30 p.....	15	»
51. P. DE BRUN, C. CHATELET et M. COSSMANN. Le Barrémien supérieur à faciès urgonien de Brouzet-lez-Alais (Gard) (v. mém. n° 37). 4 fig., 5 pl., 56 p.....	10	»
52. Henri DOUVILLÉ. Le Barrémien supérieur de Brouzet. 20 p., 4 pl.....	12	»
53. J. REPELIN. Monographie du genre <i>Lychnus</i> . 23 p., 6 pl.....	15	»

TABLE DES MATIÈRES (TOME XX, FASCICULE 7-9)

	Pages
H. Douvillé. — Revision des Orbitoïdes (37 fig., pl. VIII).....	209
C. Arambourg. — Sur un Scopélidé fossile à organes lumineux (1 fig., pl. IX)....	233
G^{al} de Lamothe. — Faune marine contemporaine en Algérie de la ligne de rivage à 148 mètres.....	240
G. Garde. — Nouv. gisements de cipolin dans le N. du départ. du Puy-de-Dôme (1 carte).....	243
J. Lambert. — Sur un Echinide nouveau du Montien des env. de Paris (pl. X)....	246
M. Faura i Sans et J. R. Bataller Calatayud. — Les bauxites triasiques de la Catalogne (1 carte).....	251
Faura i Sans. — JAUME ALMERA, not. nécrologique.....	268
A. Beaugé. — Une hypothèse sur la jonction du Moyen Atlas nord et du Haut Atlas marocain (6 fig., pl. XI).....	271
J. Monestier. — Le Toarcien sup. dans la région sud-est de l'Aveyron.....	280







SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES



3 9088 01369 2058