

COMPTE RENDU SOMMAIRE

ET

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

---

QUATRIÈME SÉRIE

---

TOME DIX-HUITIÈME

---

Année 1918

---



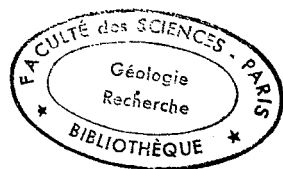
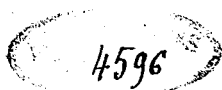
090 019466 2

PARIS

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

28, Rue Serpente, VI

1918-1919



**BULLETIN**

DE LA

**SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE**

---

**NOTES ET MÉMOIRES**

---

**1918**

21 décembre 1918.

Bull. Soc. géol. de Fr. (4), XVIII. — 1

# SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

---

## LES ANCIENNES NAPPES ALLUVIALES ET LIGNES DE RIVAGE DU BASSIN DE LA SOMME ET LEURS RAPPORTS AVEC CELLES DE LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

PAR LE GÉNÉRAL de Lamothe<sup>1</sup>

Pendant un long séjour à Amiens en 1914 et 1915, j'ai eu l'occasion d'explorer les dépôts post-pliocènes de la vallée de la Somme en aval de Corbie, et j'ai pu réunir un certain nombre d'observations qui m'ont conduit aux conclusions que j'ai résumées dans une note présentée à l'Académie des Sciences<sup>2</sup>.

Je me propose dans ce mémoire de les justifier et de les préciser. Les faits sur lesquels elles sont basées, à l'exception de ceux qui concernent les anciennes lignes de Rivage, ont été pour la plupart empruntés aux travaux de Commont, ou m'ont été bien qu'inédits communiqués par lui. Je tiens à déclarer ici que c'est grâce aux excursions dans lesquelles il a bien voulu me guider, et me faire profiter de sa profonde connaissance du Quaternaire de la Picardie, qu'il m'a été possible, dans un temps relativement court, d'étudier les points les plus intéressants de la région, et d'atteindre le but que je m'étais assigné.

J'ajouterai que notre confrère qui s'était intéressé à mes recherches, bien que la théorie générale dont je cherchais la confirmation dans la Somme fût en opposition avec les conclusions auxquelles il était arrivé de son côté, a eu l'extrême obligeance de procéder à de nouvelles mesures des altitudes des terrasses qu'il avait reconnues en aval de Daours. Ce sont les résultats de ces mesures qui ont servi de base à mes conclusions.

En rédigeant cette note, j'é m'étais le plus souvent abstenu d'entrer dans des détails concernant la constitution ou l'emplacement exact des terrasses, me bornant à renvoyer le lecteur aux divers travaux de Commont<sup>3</sup>. Cette solution me paraissait d'au-

1. Note présentée à la séance du 21 janvier 1918.

2. Général de LAMOTHE. Les anciennes lignes de Rivage du bassin de la Somme et leur concordance avec celles de la Méditerranée occidentale. *C. R. Ac. Sc.* 19 juin 1916.

3. Parmi ces travaux, je citerai comme se rapportant plus particulièrement au sujet traité: St-Acheul et Montières, *Mémoires de la Soc. géol. du Nord*, 1909 ; — Notes sur Les gisements paléolithiques d'Abbeville et Sur les tufs et les tourbes

tant plus rationnelle, que notre confrère m'avait fait connaître son intention de publier à bref délai une étude d'ensemble des terrasses de la Somme. La mort, malheureusement, en enlevant inopinément Commont à la science et à ses nombreux amis, ne lui a pas permis de réaliser son projet, et, comme au moment où se produisait ce triste événement, ce mémoire était déjà à l'impression, je ne pouvais plus songer à le remanier. D'autre part, j'aurais désiré revoir quelques points critiques de la région d'Abbeville, mais les incidents du mois d'avril ne me l'ont pas permis.

Il est résulté de ce concours de circonstances que ce mémoire présente quelques lacunes ; elles sont toutefois peu importantes, et d'autant plus excusables que l'étude des anciennes terrasses se heurte, dans la vallée de la Somme, à des difficultés qui, à première vue, pourraient paraître insurmontables.

Dans cette vallée, en effet, les alluvions du lit actuel sont recouvertes par des tourbes et des tufs dont l'épaisseur varie notablement d'un point à l'autre, et on n'entrevoit pas, *a priori*, la possibilité de rapporter à ce lit les altitudes des anciennes nappes ; les formes topographiques qui caractérisent les terrasses sont souvent peu marquées, et non seulement leur surface est recouverte par des limons épais, qui concurremment avec la végétation masquent complètement les alluvions fluviales dont la présence n'est révélée que par l'ouverture de tranchées ou de gravières, mais, en outre, par suite de la nature friable du substratum crayeux, les pentes intermédiaires sont très atténuées, ce qui rend la séparation des niveaux successifs très incertaine ; enfin, les cailloutis des nappes alluviales étant composés presque exclusivement de silex de la craie, souvent peu roulés, il n'est pas toujours facile de les distinguer des cailloutis de même nature descendus des pentes voisines sous l'action du ruissellement, ou apportés par les cours d'eau latéraux.

On conçoit qu'en raison de ces difficultés, les géologues qui ont étudié le Quaternaire du bassin de la Somme, aient pu être conduits à émettre des théories très différentes pour expliquer sa formation.

Avant d'exposer les résultats de mes recherches, il me paraît donc nécessaire de bien préciser les conditions dans

de divers âges de la vallée de la Somme, insérées dans les *Annales de la Soc. géol. du Nord*, 1910 ; — Les gisements préhistoriques de St-Acheul et de Montières, *Bull. Soc. linnéenne du Nord*, 1911 ; — Les terrasses fluviales de la vallée de la Somme, *Bulletin archéologique*, 1911 ; — Les hommes contemporains du Renne dans la vallée de la Somme. Amiens, 1914.

lesquelles s'est formée la nappe alluviale actuelle, et de définir son profil longitudinal, car c'est à ce profil que doivent *théoriquement* être rapportées les altitudes des anciennes terrasses. Je présenterai ensuite quelques observations sur la détermination et la comparaison de ces altitudes.

## I. — Observations préliminaires.

### 1<sup>o</sup> CONSTITUTION ET ORIGINES DE LA NAPPE ALLUVIALE ACTUELLE.

Les eaux du bassin inférieur de la Somme coulent sur un fond presque plat constitué en amont d'Abbeville, par une nappe épaisse de tourbe et de tufs qui masquent complètement les alluvions sous-jacentes, et, en aval, par une puissante accumulation de sables marins qui ont barré l'estuaire.

Les conditions d'écoulement des eaux ont varié beaucoup depuis l'ère chrétienne, soit sous l'influence de causes naturelles, soit à la suite de travaux exécutés par l'homme.

Au moyen âge, et avant toute intervention de l'homme, l'influence de la marée se faisait encore sentir jusqu'à Pont-Rémy, et déterminait l'inondation des basses vallées de la Somme et du Scardon. Mais cette situation s'est modifiée progressivement par suite du recul vers le Nord de la limite des hautes mers, recul provoqué par les atterrissements des Bas-Champs et la formation du cordon littoral du Hourdel ; il n'est pas douteux d'ailleurs, que les jetées et digues créées dans l'estuaire ont dû également y contribuer. Quoi qu'il en soit, dès le début du xix<sup>e</sup> siècle, Port-le-Grand a cessé d'être accessible aux bateaux de pêche<sup>1</sup> ; actuellement, la marée ne dépasse plus le viaduc du chemin de fer de Noyelles où l'exhaussement du fond de la vallée a atteint 1<sup>m</sup> 55, dans la période 1835-1878, et l'envasement de l'estuaire progresse rapidement dans la région St-Valéry-le Crotoy.

Tout récemment les fouilles entreprises par Commont dans les *Croupes* de la Somme près de Picquigny<sup>2</sup>, l'ont conduit à cette conclusion dont on verra plus loin l'intérêt, qu'à l'époque gallo-romaine le fond tourbeux de la vallée était à une altitude supérieure d'au moins 2 m. au sol du marais actuel ; des crues dont l'amplitude n'a guère dépassé 2 m. se sont produites aux

1. D'après les Minutes exécutées en 1835, la laisse des hautes mers atteignait encore Grand-Laviers à cette époque.

2. COMMONT. Sur les tufs de la vallée de la Somme. C. R. Ac. Sc., 12 fév. 1917.

III<sup>e</sup> et IV<sup>e</sup> siècles, et ont donné naissance aux sables calcaires et au limon gris gallo-romain.

A une époque plus récente, l'homme, dans le but de développer les cultures maraîchères, peut-être aussi dans un but défensif, a créé à Amiens même, des barrages qui ont relevé la surface du marais en amont, et l'ont maintenue à une altitude supérieure de 3 m. environ à celle qu'elle présente immédiatement en aval.

Enfin, la canalisation totale de la Somme, pendant les XVIII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècles a modifié complètement le régime du fleuve, et les traces de l'ancien lit sur la rive droite, en aval d'Abbeville, disparaissent rapidement depuis que la Somme a cessé de couler sur cette rive.

Je désignerai le fleuve qui, *postérieurement* à l'affaissement du sol tourbeux signalé par Commont, mais *antérieurement* à toute *intervention de l'homme*, coulait sur la tourbe et les tufs, sous le nom de *Vieille Somme*, réservant au cours d'eau actuel, celui de *Somme canalisée*.

En tenant compte des données historiques qui précèdent, et en utilisant le nivellement du canal, on peut reconstituer avec une précision *suffisante*, le profil longitudinal de la Vieille Somme. Je ne m'occuperai d'ailleurs ici que de la partie comprise entre Daours et la mer, la seule qui présente de l'intérêt au point de vue de ce mémoire, car elle renferme toutes les terrasses étudiées.

Entre Montières et Long, le canal, sur la plus grande partie de son tracé, a emprunté le lit de la Vieille Somme dont il suit même les sinuosités. On peut par suite admettre que jusqu'à Long, l'altitude des eaux moyennes du fleuve au pied de chaque écluse, devait être égale à très peu près à celle de l'eau *normale* de la Somme canalisée : les écarts ne dépassent probablement pas quelques décimètres. Entré Long et la mer, on peut adopter comme tracé, une ligne brisée suivant d'abord, jusqu'à l'écluse de Pont-Rémy, la surface de l'eau du canal qui se trouve dans le prolongement de celle de la section précédente, et se dirigeant à partir de Pont-Rémy sur la cote 3 des anciennes cartes<sup>1</sup> qui marque à peu près l'altitude des eaux de la Vieille Somme en 1835. Cette dernière partie du tracé s'accorde avec le fait que, dans la région d'Abbeville, l'eau normale du canal est en contre-bas du fond de la vallée (1 m. environ à Abbeville).

1. Sur les Minutes de la Carte, la cote du sol à 800 m. SE du viaduc de Noyelles est 3,5; l'eau devait donc être à peu près à la cote 3, et j'ai adopté cette dernière; mais il est très probable qu'elle est trop forte de 0 m. 50 environ, parce qu'en 1835, la Somme était presque entièrement canalisée et que le relèvement du lit dans cette région avait du déjà commencer.

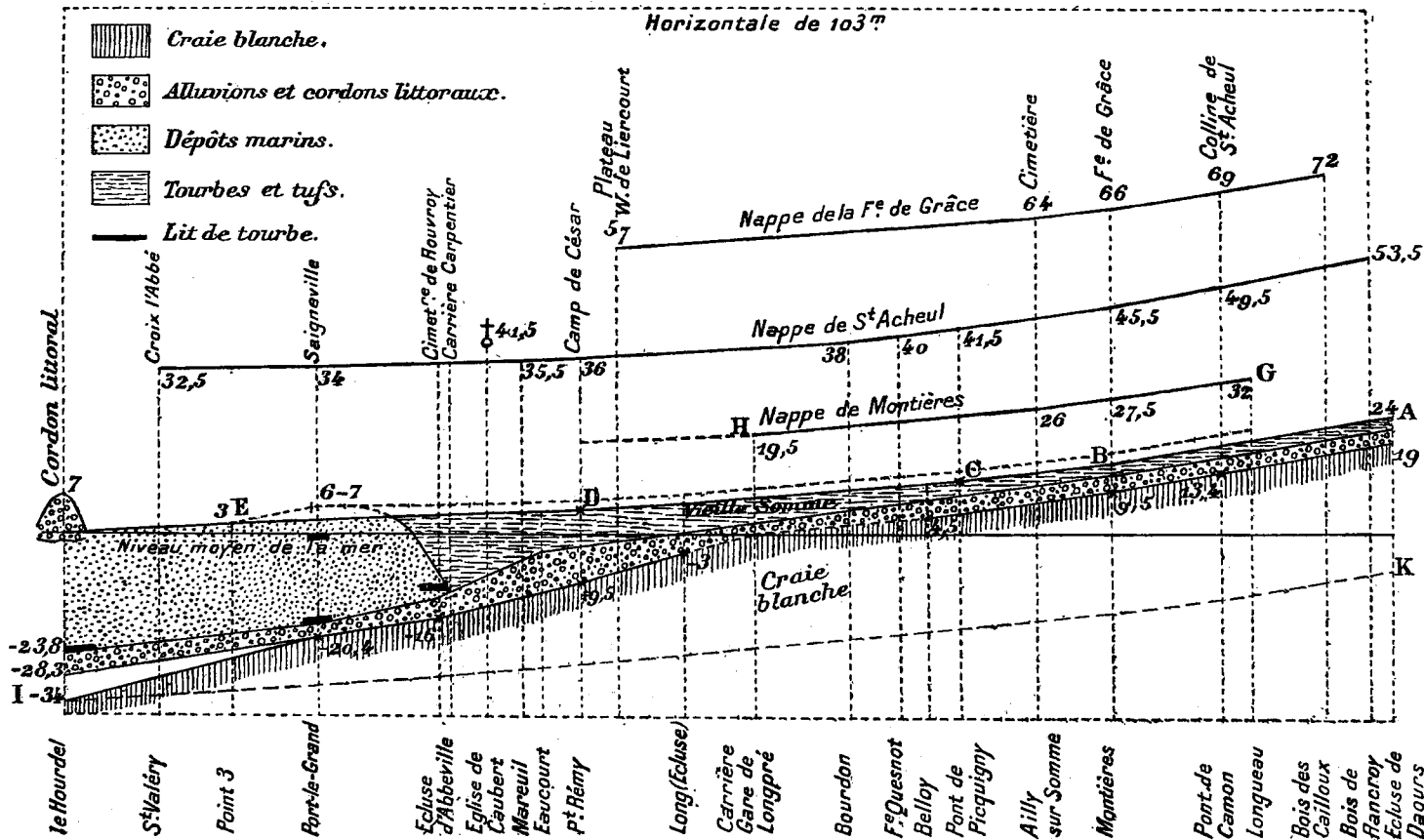


FIG. 1. — Profil longitudinal des ANCIENNES NAPPE ALLUVIALES DE LA SOMME.

Echelle : hauteurs 1/1500 — longueurs 1/430000.

En amont d'Amiens, le niveau de l'eau ayant été relevé artificiellement de 3 m. environ, on peut adopter comme tracé, une droite joignant le pied de l'écluse de Montières, au pied de celle de Daours.

En résumé, le profil longitudinal de la Vieille Somme, entre Daours et St-Valéry, *abstraction faite des méandres*, peut être défini à l'aide des quatre droites ABCDE représentées sur la figure 1<sup>1</sup>.

Les pentes correspondantes sont respectivement 0,052 ‰ entre Daours et Montières, 0,05 entre Montières et Picquigny, 0,029 entre Picquigny et l'écluse de Pont-Rémy (bief supérieur), 0,011 entre Pont-Rémy et le point 3. La pente moyenne, sur cette étendue de 66 km., est de 0,032<sup>2</sup>.

En aval du point 3, la pente jusqu'à la ligne de Rivage du niveau moyen, qui passe à peu près par Le Hourdel, est sensiblement plus forte que dans la dernière section en amont, et atteint 0,034 ; elle s'élève même à 0,047 entre le niveau moyen et celui des plus basses mers.

La cause de cette apparente anomalie est facile à comprendre. Le point 3 où s'opère le changement de pente du lit, se trouve à peu près au sommet du talus créé par les hautes mers à l'extrémité des atterrissements marins qui ont comblé tout l'estuaire en aval d'Abbeville et se sont élevés, comme on le verra plus loin, à plusieurs mètres au-dessus du niveau de la mer<sup>3</sup>. La Vieille Somme, en raison du faible volume de ses eaux, a été incapable, dans l'intervalle de deux hautes mers, de creuser son lit dans ce talus journellement reconstitué par l'action du flot, comme l'aurait fait certainement un fleuve ayant la puissance du Rhin ou du Rhône, et ses eaux après avoir divagué sur la surface surélevée et peu inclinée du comblement, ont dû, pour rejoindre la basse mer, s'écouler sur la pente plus rapide du talus terminal. L'arête supérieure E de ce talus, représente donc le véritable niveau de base de la Vieille Somme au début du XIX<sup>e</sup> siècle, et c'est à cette arête que correspond le profil défini ci-dessus.

Si l'on remarque maintenant que la pente de la Vieille Somme en aval de Daours, est extrêmement faible et décroît avec une

1. La ligne ponctuée tracée en dessus de BCD, représente jusqu'à Abbeville le lit tourbeux antérieur à l'affaissement du Moyen-Age ; en amont de B elle correspond à la surface actuelle du marais ; en aval d'Abbeville, elle représente le barrage d'origine marine, contemporain de l'ancien lit tourbeux. Les altitudes en mètres des points BCD sont respectivement, 15,7-11,3-5,3.

2. Dans ce mémoire les pentes sont toujours rapportées à l'hectomètre.

3. La hauteur des pleines mers de morte eau, à l'embouchure de la Somme, atteint environ 8 m. au-dessus du zéro des cartes marines qui est à 4 m. 53 en dessous de celui du Nivellement général ; celle des pleines mers de vive eau atteint 10 m.



grande régularité, on peut admettre comme très probable que ce profil doit différer très peu du profil d'équilibre d'un cours d'eau qui coulerait librement au fond de la vallée actuelle, mais aboutirait au niveau moyen de la mer à St-Valéry. Les deux profils seraient sensiblement parallèles et séparés l'un de l'autre par un intervalle de 3 m. environ.

*Constitution du lit de la Vieille Somme.* — Les sondages relevés par Commont montrent que le fond de la vallée en aval de Daours, est partout constitué par la Craie blanche; les altitudes auxquelles elle a été rencontrée semblent décroître avec une grande régularité entre Daours et Belloy : 19 m. à Daours, 13 m. 4 à la Neuville, 9 m. 5 à Montières<sup>1</sup>, 4 m. 50 à Belloy<sup>2</sup>. La pente moyenne entre les points extrêmes est de 0,054; elle est donc à peu près égale à celle de la Vieille Somme qui est de 0,051 entre les mêmes limites, et les deux lits sont par suite à peu près parallèles; il ne serait pas d'ailleurs anormal que la pente du lit crayeux fût légèrement plus forte que celle de la nappe de remblai qui le recouvre.

Entre Belloy et Long, il n'existe, à ma connaissance, aucun document permettant de préciser le profil du lit crayeux; mais, à partir de Long, des sondages assez nombreux montrent que ce lit s'abaisse avec une pente beaucoup plus rapide qu'en amont, jusqu'à la verticale du Hourdel qu'il rencontre à 34 m. en dessous du niveau de la mer<sup>3</sup>. La craie a été trouvée, en effet, en dessous du niveau de la mer, à 3 m., à Long, à 9 m. 5 à Erondelle, à 16 m. à Abbeville, à 20-21 m. à Port-le-Grand: la pente moyenne du lit est, par suite, de 0,09<sup>4</sup>, tandis que celle de la Vieille Somme entre Longpré et le point 3 est seulement de 0,014.

Il semble donc que malgré les lacunes que présente la série des sondages, on puisse admettre comme très probable, que le thalweg crayeux correspondant au maximum d'érosion se com-

1. La cote du canal qui a servi de point de départ au nivellement cité par Commont paraît être une cote du Nivellement Bourdaloue, trop forte par suite de 0 m. 75 environ.

2. D'après la coupe de la page 217 de la note sur les Tufs et Tourbes de la Somme, la craie serait à 5 m.; mais d'après la coupe de la note sur les Terrasses fluviales, elle serait au plus à 3, 50; j'ai adopté provisoirement 4 m. 50 en me basant sur l'épaisseur moyenne des graviers dans cette partie de la vallée.

3. C'est à Commont que l'on doit la connaissance du sondage du Hourdel dont l'importance est capitale au point de vue de l'histoire de l'évolution du bassin de la Somme (Terrasses fluviales, p. 22).

4. Les profondeurs auxquelles on trouve la craie semblent croître d'une façon irrégulière; mais il est possible que cette irrégularité soit due à ce fait que les sondages ne sont pas nécessairement exécutés sur les points du profil transversal correspondant au maximum de profondeur du lit; en outre, l'altitude de l'origine des sondages n'est pas connue avec précision.

pose entre Daours et la mer de deux sections bien distinctes : l'une en amont de Longpré dont la pente est sensiblement la même que celle de la Vieille Somme, l'autre en aval, dont la pente est près du double de celle en amont et six fois plus forte que celle de la Vieille Somme. Le point où s'opère le changement de pente doit être très voisin de Longpré, et à peu près au niveau actuel de la mer<sup>1</sup>.

Au-dessus de la craie, les sondages ont partout révélé la présence d'une nappe de graviers, dont l'allure topographique n'est pas la même en amont et en aval de Belloy.

En amont, l'épaisseur de la nappe est assez uniforme et comprise en général entre 3 et 4 m.; exceptionnellement, notamment vis-à-vis du débouché des vallons latéraux, elle peut être plus considérable (7 m. à l'écluse de La Breilloire). Sa surface supérieure qui est sensiblement parallèle à celle de la Vieille Somme se trouve à 17 m. près du pont de Camon, à 12 m. 8 à Montières, à 7 m. 50 à Belloy.

En aval, la nappe semble s'abaisser plus rapidement que le lit de la Vieille Somme, mais moins rapidement, au début du moins, que le thalweg crayeux. Autant que l'on peut en juger par les sondages, sa surface supérieure paraît pouvoir être représentée approximativement jusqu'à Eaucourt par une droite cotée 4 à Long, et — 3 à Eaucourt, puis par une ligne brisée cotée — 8 à Abbeville, — 17 à Port-le-Grand, — 24 au Hourdel. L'épaisseur de l'alluvion qui est de 3 m. environ à Belloy, augmente jusqu'à Eaucourt où elle atteint 10 m., pour diminuer jusqu'à la verticale du Hourdel où elle se réduit à 5 m.<sup>2</sup>.

On trouve également des graviers sur les versants de la vallée sous-marine entre Pont-Rémy et Le Hourdel ; ils reposent sur la craie, à des altitudes variables (—7 et —13 à Port-le-Grand, —3 environ à Pont-Rémy) ; mais la forme des galets n'ayant pas été étudiée, il est impossible de décider s'ils représentent des dépôts alluvien ou des cordons littoraux. Ce sont probablement, pour la plupart, des témoins du creusement progressif de la vallée, consécutif au mouvement négatif qui a abaissé le niveau de base à une trentaine de mètres en dessous du Hourdel ; mais les plus élevés sont, peut-être, beaucoup plus anciens et contemporains de la nappe de Montières.

1. J'aurais voulu adopter pour le profil une échelle des hauteurs beaucoup plus grande, de façon à mieux faire ressortir le contraste entre les deux sections du thalweg crayeux ; mais le format ne me l'a pas permis.

2. Au Hourdel, la craie est recouverte par 6 m. de marnes crayeuses et sableuses qui paraissent représenter plutôt un dépôt remanié que la roche en place ; c'est sur ces marnes que reposent les cailloutis.

Les cailloutis sont recouverts entre Le Hourdel et Abbeville par des couches de tourbe (2 à 3 m.), au-dessus desquelles se sont accumulés des sables marins (sables bleus et sables gris bouillants). L'épaisseur de ces sables atteint son maximum (20 m.) au Hourdel et à Port-le-Grand ; elle diminue progressivement jusqu'à Abbeville, où elle n'est plus que de 7-8 m. Leur altitude au-dessus de la mer, dépasse actuellement 4 m. 50 au NE de Boismont dans les molières, et elle est en voie d'accroissement comme je l'ai dit plus haut ; elle s'élève à 5 m. environ entre Grand-Laviers et Abbeville. Cette altitude correspond à la limite des hautes mers en 1835 ; mais il n'est pas douteux qu'elle a du être plus forte dans le passé, et atteignait peut-être 6-7 m., à l'époque où la mer pénétrait encore librement dans l'estuaire à St-Valéry.

A Abbeville, les dépôts marins semblent cesser brusquement, et le fond de la vallée en amont est occupé jusqu'au niveau du marais actuel, par une puissante accumulation de tufs et de tourbes dont l'épaisseur totale, qui est de 11 m. à Abbeville, décroît assez régulièrement jusqu'à Belloy, où elle est de 4 m. au plus. Dans la région de Pont-Rémy, les tufs occupent presque toute la largeur de la vallée : leur épaisseur atteint 10 m. à Erondelle et ils forment à Liercourt la plus grande partie du comblement postérieur aux cailloutis. La surface du marais est actuellement à la cote 5 à Abbeville, mais elle a du très probablement s'élever autrefois jusqu'au niveau du barrage.

En amont de Belloy, le sol de la vallée est presque exclusivement formé par la tourbe ; elle repose sur les cailloutis et son épaisseur est d'environ 3 à 4 m. jusqu'à Montières. En amont d'Amiens, au Pont de Camon et à Longueau, cette épaisseur s'élève à 7 m., et cette augmentation est, comme je l'ai dit plus haut, due au barrage de la vallée à Amiens même. Les tufs associés à la tourbe constituent souvent des *croupes* isolées qui dominent les marais de 3 à 4 m.

Quelques particularités méritent d'être signalées :

a) Au Hourdel, les sables marins sont surmontés par un puissant cordon littoral qui s'élève à 7-8 m. au moins de hauteur ; sa base descend à 3 m. en dessous du niveau de la mer ;

b) On trouve à diverses altitudes dans les sables marins de Port-le-Grand et d'Abbeville des intercalations de tourbes et de tufs, qui indiquent que le dépôt de ces sables a été interrompu à plusieurs reprises et que des lagunes d'eau douce ont recouvert les emplacements occupés par la mer ;

c) Un sondage exécuté à Pont-Rémy a rencontré à 1 m. 5 d'altitude

environ, des sables gris épais de 3 m. 50 qui semblent avoir une origine littorale ; les sables de Bray-lès-Mareuil signalés par la Carte géologique ont peut-être une origine analogue, la présence de coquilles d'eau douce pouvant s'expliquer par un remaniement ultérieur.

On peut déduire de cet ensemble de faits les conclusions suivantes :

1° Le sondage du Hourdel est une preuve péremptoire de l'existence d'un grand mouvement négatif immédiatement antérieur au niveau actuel, qui a abaissé la ligne de Rivage à 28 m. et très probablement à 34 m. en dessous du niveau actuel.

Cet abaissement de la ligne de Rivage en dessous du niveau actuel n'est pas un fait isolé, qui pourrait par suite s'expliquer par un affaissement local. Il existe des preuves d'un mouvement négatif d'amplitude analogue sur un grand nombre de points des côtes de France. Dans la Manche, je citerai la région d'Ostende, où le rivage est descendu à — 33 au moins, Etaples, où les graviers ont leur base à — 22, et sont recouverts par 6 m. de tourbe, et Quillebœuf, où la base des graviers est à — 26. M. Barrois<sup>1</sup> a cité un certain nombre de faits qui montrent qu'il y a eu sur les côtes du Morbihan, immédiatement avant l'époque actuelle, un mouvement négatif de 25-30 m., et d'après M. Chaput<sup>2</sup> des phénomènes analogues auraient été constatés au Sud de la Loire, notamment à l'embouchure de la Gironde.

2° Ce mouvement négatif a été suivi d'un mouvement positif qui a relevé la ligne de Rivage jusqu'au niveau actuel, et qui a dû être très lent, pour permettre aux tourbes et aux tufs de s'intercaler à diverses hauteurs au milieu des sédiments marins.

3° Vers la fin de ce mouvement ascensionnel, ces sédiments ont dépassé le niveau de la mer et barré la vallée jusqu'à une hauteur de 6-7 m. un peu en aval d'Abbeville; ils ont déterminé ainsi la formation en amont d'une vaste lagune dont l'altitude a atteint à peu près celle du barrage. Son remplissage ultérieur par la tourbe et les tufs, indique qu'à partir d'un certain moment, la mer a cessé d'y pénétrer d'une façon continue et que l'eau douce s'est substituée à l'eau salée.

4° Le lit crayeux correspondant au maximum d'érosion est un lit à courbure discontinue; en amont de Longpré, il est parallèle à la Vieille Somme, et sa pente diminue d'amont en aval; en aval, sa pente est beaucoup plus forte que celle de la Vieille Somme, et il plonge sous la mer.

1. Sur les phénomènes littoraux actuels du Morbihan. *Annales de la Soc. géol. du Nord*, 1896.

2. Recherches sur les terrasses alluviales de la Loire. *Annales de l'Université de Lyon*, 1917.

En partant de ces données, il semble possible de reconstituer la succession des phénomènes dont la vallée inférieure de la Somme a été le théâtre, pendant la période de temps qui s'est écoulée entre le dernier mouvement négatif et l'époque actuelle.

*Phase négative.* — Je supposerai, pour fixer les idées, que la mer avant de descendre à une trentaine de mètres en dessous de son niveau actuel, occupait une altitude de 18 m. environ, et que la ligne de Rivage se trouvait quelque part entre Pont-Rémy et Long. A ce niveau de 18 m. correspondait une nappe, celle de Montières, dont le profil d'équilibre était représenté par le tracé GH parallèle à celui de la Vieille Somme. J'admettrai en outre, par analogie avec ce que j'ai constaté dans la Méditerranée, que le mouvement négatif de 50 m. environ, qui a abaissé la ligne de Rivage en dessous du Hourdel a été très rapide, ou même instantané. On verra que ces diverses hypothèses sont justifiées par les faits observés.

A la fin du mouvement négatif, le nouveau lit du fleuve que je désignerai sous le nom de *Somme Négative*<sup>1</sup>, se composait essentiellement de deux sections : l'une GH dont la pente moyenne jusqu'à une certaine distance était de 0,03 environ ; l'autre comprise entre les points H et I, d'un tracé très irrégulier, correspondant à l'ancien fond sous-marin émergé ; sa pente moyenne atteignait peut-être 0,18 ‰. Le creusement du lit par érosion régressive a commencé aussitôt à partir des points H et I.

Si la ligne de Rivage était restée immobile en I, pendant un temps suffisamment long, le lit final de la Somme Négative eût été un lit tel que IK sensiblement parallèle à GH, et à une quarantaine de mètres plus bas<sup>2</sup>.

A Montières ce second lit se serait donc trouvé à 15 m. environ *en dessous* du niveau actuel de la mer. Or, il n'en a pas été ainsi, et le fond du lit dans cette localité se trouve à 9 m. 50 *au-dessus* de ce niveau. On peut déjà en conclure que le profil du lit crayeux entre Daours et Le Hourdel n'est pas, *dans son ensemble*, un profil d'équilibre.

*Phase positive.* — En même temps que le niveau de la mer se relevait avec une extrême lenteur, celle-ci envahissait l'estuaire et progressait vers le Sud. Au fur et à mesure de son ascension, le creusement de la vallée par les eaux de la *Somme Négative*

1. J'ai adopté ce terme de préférence à celui de *préhistorique* employé par Comont, parce qu'il caractérise mieux l'âge du fleuve et ne peut prêter à confusion.

2. Il faut en effet tenir compte du déplacement *horizontal négatif* du niveau de base qui aurait entraîné une diminution de l'intervalle des deux nappes, de 6 à 7 m. environ.

cessait dans la partie envahie, mais l'action de la mer s'exerçant sur son nouveau domaine continuait à approfondir et à façonner la vallée submergée. En amont du rivage, le creusement du lit fluvial a dû continuer sans interruption, car le profil d'équilibre n'a jamais pu y être réalisé, même dans le voisinage de l'embouchure, en raison de l'empiétement incessant de la mer. Pendant cette période, la séparation entre la zone où opéraient les eaux courantes et celle à pente plus rapide, soumise à l'action du flot, a dû être marquée par une arête correspondant au changement de pente, arête qui rétrogradait peu à peu vers l'amont, à mesure que la mer s'élevait et empiétait sur la côte. Les matériaux apportés par le fleuve se déposaient en aval de cette arête sur une pente un peu plus forte que celle du cours d'eau, comme cela a lieu d'ailleurs actuellement entre Saint-Valéry et Le Hourdel, et c'est ainsi que s'est formée la majeure partie de la nappe de cailloutis qui couvre le lit crayeux en aval de Long.

Ces phénomènes ont continué tant que la mer a pu pénétrer librement jusqu'au fond de l'estuaire ; ils ont cessé dès que cette pénétration n'a plus été possible. Il semble résulter d'un certain nombre de faits concordants que cet événement a été provoqué par l'obstruction de l'entrée de l'estuaire, et a dû se produire à une époque relativement récente, où le niveau de la mer était déjà très voisin du niveau actuel.

a) Les matériaux qui ont barré l'estuaire sont des sables marins ; ils n'ont pas dépassé Abbeville, et, en amont, le fond de la vallée est occupé par de la tourbe qui repose sur des cailloutis. La formation du barrage ne peut, par suite, être attribuée qu'à une intervention de la mer agissant au voisinage de l'embouchure,

b) Les documents historiques montrent que les changements qui ont lieu actuellement dans l'estuaire sont liés au développement des atterrissements des Bas-Champs, et du cordon littoral du Hourdel, développement qui est en majeure partie contemporain du niveau actuel.

c) Le changement de pente du lit crayeux se trouve près de Longpré, et à peu près au niveau de la mer.

On peut donc admettre comme très probable, que c'est seulement à une époque très récente où le niveau de la mer différait très peu du niveau actuel et où celle-ci pénétrait encore librement dans la vallée de la Somme jusqu'au voisinage de Long, que les sédiments marins ont obstrué complètement l'estuaire en aval d'Abbeville. L'obstruction a débuté par la formation d'une barre sous-marine, celle-ci a peu à peu émergé, et a alors servi de support à un cordon littoral qui a finalement

atteint près de Grand-Laviers une hauteur de 6-7 m. correspondant à la limite d'action des hautes mers <sup>1</sup>.

La première conséquence de l'apparition de ce barrage subaérien a été la formation en amont d'Abbeville d'une vaste lagune, dont l'altitude très voisine au début de celle de la mer, a dû s'élever peu à peu jusqu'au niveau du barrage.

La mer ne pouvant plus exercer son action destructive sur le fond de l'estuaire, le fleuve a rapidement achevé de conquérir son profil d'équilibre en amont de Longpré, probablement jusqu'à Daours et peut-être plus loin, tandis qu'en aval, les alluvions pouvant désormais s'étaler librement sur l'ancienne plateforme littorale, s'accumulaient sur le bord de la lagune en formant un delta.

A mesure que le niveau de la lagune montait, l'origine du delta s'élevait en se déplaçant vers le Sud; les alluvions comblaient peu à peu le lit du fleuve en amont, et en relevaient le thalweg; le relèvement final paraît avoir atteint 3 à 4 m. C'est à ce double mouvement de l'origine du delta, que l'on peut aussi, dans une certaine mesure, attribuer l'accroissement de la pente de la nappe alluviale en aval de Longpré.

Ainsi, à une époque où le niveau de la mer était déjà très voisin du niveau actuel, la vallée était arrosée par un cours d'eau qui achevait de réaliser son profil d'équilibre; il a coulé d'abord, entre Daours et Longpré, sur un fond crayeux et ensuite sur des alluvions d'épaisseur uniforme, mais très faible, qui se sont accumulées en majeure partie après l'établissement du profil d'équilibre, pendant l'ascension du niveau de la lagune. Je désignerai ce cours d'eau sous le nom de *Somme Primitive*: son embouchure initiale devait se trouver à peu près entre Pont-Rémy et Longpré.

En même temps que le niveau de la lagune s'élevait, les eaux se dessalèrent, et la lagune a été bientôt envahie par des tufs et des tourbes qui se sont accumulés jusqu'à une altitude voisine de celle du déversoir, et ont contribué par leur présence, à empêcher le comblement de la dépression par les alluvions.

En amont de l'embouchure, sous l'influence de causes dont je reparlerai plus loin, mais dont la principale a été la réduction du volume des eaux de la Somme décapitée de l'Oise, le lit du fleuve a été également envahi par la tourbe et les tufs, et relevé de près de 6 m. La Vieille Somme a alors progressivement remplacé la Somme Primitive.

1. C'est une hypothèse, mais on verra qu'elle permet d'expliquer simplement les faits observés.

Le profil longitudinal du lit tourbeux est resté un profil d'équilibre dont le niveau de base a été pendant un temps plus ou moins long le bords de la lagune. A une époque ultérieure, par suite de la diminution de la puissance offensive de la mer dans l'estuaire, la Vieille Somme a pu creuser son lit à travers l'ancien barrage que la mer ne pouvait plus reconstituer périodiquement et l'a peu à peu nivelé ; le niveau de la lagune s'est abaissé et cet abaissement a déterminé un creusement régressif du lit tourbeux du fleuve qui s'est propagé de proche en proche vers l'amont. Ce creusement a eu pour conséquence un affaissement général de la surface du marais, dont la date, comme on l'a vu, est postérieure à l'ère chrétienne.

La Vieille Somme a alors régularisé sa pente jusqu'à la mer, c'est-à-dire jusqu'au niveau de base constitué par le bord supérieur du talus qui limitait le comblement de l'estuaire au XIX<sup>e</sup> siècle. Ce bord tend à s'exhausser, mais comme la basse Somme est canalisée sur la rive gauche, cet exhaussement ne peut avoir *actuellement* aucune répercussion sur le profil du fleuve.

Il importe de remarquer que si la Somme Primitive avait été un fleuve suffisamment puissant, son lit n'aurait pas été envahi par la tourbe, et il aurait pu probablement s'étendre jusqu'à Saint-Valéry. Dans ce cas, le profil d'équilibre final eût coïncidé à très peu près avec celui du cours d'eau théorique situé à 3 m. en dessous de la Vieille Somme, dont il a été question page 9.

Je terminerai par une dernière observation. L'interprétation que je viens de donner des phénomènes dont la basse vallée de la Somme a été le théâtre, immédiatement avant l'époque actuelle, est basée sur les documents fournis par les sondages. Bien qu'en général concordants, ces documents, comme je l'ai dit, présentent quelques lacunes provenant de l'espacement des sondages et de ce fait qu'ils n'ont pas été nécessairement exécutés sur les points où le thalweg présentait le maximum de profondeur. Il n'est donc pas impossible que des faits nouveaux puissent conduire à modifier sur quelques points l'interprétation présentée ; mais on ne devra pas perdre de vue, dans ce cas, que la classification des terrasses de la Somme que j'ai adoptée, est indépendante du profil du maximum d'érosion, et s'appuie presque exclusivement sur les altitudes absolues des terrasses et sur leurs altitudes rapportées au profil de la Vieille Somme.



2° OBSERVATIONS AU SUJET DE LA DÉTERMINATION  
ET DE LA COMPARAISON DES ALTITUDES DES TERRASSES.

A. *Détermination des altitudes absolues.* — Les difficultés que présente dans la Somme l'étude des terrasses au point de vue topographique, s'opposent également à une détermination précise de leurs altitudes. Quelques-unes méritent une mention spéciale.

Il est évident, *a priori*, que l'on ne doit pas tenir compte dans les mesures altimétriques, des limons qui recouvrent la surface de la plupart des terrasses. Ce sont, en général, des produits d'inondation, et la présence de lits minces de silex éclatés, s'explique par un ruissellement le long des pentes. Il y a lieu toutefois de ne pas perdre de vue que des limons sont souvent intercalés dans les alluvions proprement dites (Mareuil, Longpréles-Corps-Saints, etc.). C'est d'ailleurs un fait normal, dans les larges vallées parcourues par un cours d'eau de faible puissance. En outre, il peut arriver, surtout au voisinage de l'embouchure, qu'un pareil cours d'eau ne transporte plus que des limons ou des sables très fins, et il est évident que ces dépôts doivent être considérés comme des produits alluviens.

Dans ce mémoire, j'ai, *en principe*, adopté comme limite supérieure des alluvions, les cailloutis supérieurs et sables fins qui sont étalés en nappes régulières et ne peuvent être attribués au ruissellement.

D'autre part, l'absence ou la rareté des coupes et la végétation rendent souvent très difficile, sinon impossible, la détermination du point où les alluvions atteignent leur maximum d'altitude<sup>1</sup>. Même, si l'on parvient à le trouver, on est parfois très embarrassé, en raison des grands intervalles qui séparent les terrasses d'un même niveau, pour décider si cette cote correspond au lit majeur ou mineur, à une terrasse secondaire, ou à un relèvement local de la surface, attribuable, soit à la présence d'un cône de déjection édifié par un cours d'eau latéral, soit au ruissellement. Le rôle des affluents latéraux, même de simples ruisseaux, a été souvent considérable à ce point de vue : la terrasse de l'église de Caubert, et celle de Mareuil, sont des exemples remarquables de l'importance des apports latéraux dans certains cas. Le rôle du ruissellement est loin également d'être négligeable dans la

1. C'est à tort que beaucoup de géologues parlent de l'altitude moyenne d'une terrasse : cette expression n'a aucun sens : la seule altitude est celle du point le plus élevé atteint par les alluvions.

Somme, en raison de la rapidité des pentes et de l'abondance des matériaux meubles qui les recouvrent et Commont a cité dans cet ordre d'idées des faits qui méritent d'être retenus <sup>1</sup>.

Une autre difficulté provient de l'insuffisance de la cartographie. Les cotes de la Carte de l'État-Major dans la région de la Somme sont, en général, peu exactes. Celles des quarts NE et SE de la feuille d'Amiens, sont affectées d'une erreur systématique de 6 m. en moins, et dans la feuille d'Abbeville j'ai relevé des différences de plusieurs mètres entre les cotes de la Carte et celles du Nivellement général. L'emploi exclusif de ces cartes pour la détermination des altitudes expose donc à des erreurs assez importantes qui sont susceptibles de fausser les résultats.

Grâce à l'obligeance du Service géographique, j'ai pu rectifier un certain nombre de cotes présentant quelque intérêt au point de vue de mes recherches. En ce qui concerne plus particulièrement les terrasses, qui sont rarement cotées, j'ai adopté les résultats des mesures barométriques récemment exécutées par Commont et qu'il a bien voulu me communiquer. On peut les considérer comme suffisamment approchés, les mesures ayant été pour la plupart, répétées plusieurs fois en partant de repères du Nivellement général, situés à des distances assez rapprochées <sup>2</sup>. A Saint-Acheul et à Montières, où se trouvent les deux terrasses les plus importantes de la vallée, les altitudes indiquées peuvent être considérées comme rigoureusement exactes : l'altitude de la terrasse de Saint-Acheul résulte d'un nivellement des Ponts et Chaussées exécuté sur ma demande, et celle de la terrasse de Montières peut être déduite de l'altitude de la voie ferrée contre laquelle la terrasse vient buter.

*B. Nécessité de rapporter les altitudes à un profil de comparaison.* — La connaissance des altitudes absolues ne suffit pas toujours pour fixer exactement la place d'une terrasse dans la série des nappes alluviales d'une vallée, et pour permettre de déterminer la valeur du creusement correspondant à chaque nappe, valeur qu'il est indispensable de connaître pour pouvoir comparer entre eux les faits observés dans des vallées différentes. L'altitude trouvée pour une terrasse donnée est, en effet, le plus souvent approximative, et même quand elle est rigoureusement exacte, elle ne correspond pas nécessairement, pour les raisons déjà indiquées, à l'altitude réelle de la nappe dont la terrasse

1. COMMONT. Saint-Acheul et Montières, p. 21, note.

2. Il n'est peut-être pas inutile de rappeler ici que les cotes du Nivellement Bourdaloue, sont trop fortes de 0 75 environ, et que celles du Nivellement du chemin de fer du Nord doivent être diminuées de 1 m. 315.

faisait partie ; en outre, les terrasses d'une même nappe sont souvent séparées par de grands intervalles, et il faut tenir compte de la possibilité d'un bombement du lit, dont j'ai donné un exemple dans le Rhône.

On peut heureusement, sinon supprimer, du moins atténuer ces causes d'erreur, en se basant sur les considérations ci-après.

Le profil longitudinal d'une *Nappe Principale*<sup>1</sup>, correspondant à une ligne de Rivage donnée, est nécessairement un profil d'équilibre, du moins jusqu'à une certaine distance en amont dépendant de l'étendue de la vallée, de sa configuration topographique, et de l'importance du cours d'eau. Si, à l'embouchure, les lignes de Rivage successives étaient restées sur la même verticale, les nappes alluviales correspondantes seraient, *toutes choses égales d'ailleurs*, sensiblement parallèles entre elles, et l'intervalle qui sépare deux nappes quelconques, serait, dans toute la zone d'équilibre, constant et égal à la différence d'altitude de leurs niveaux de base respectifs ; la place d'une terrasse dans la série des anciennes nappes, pourrait alors être déduite immédiatement de sa hauteur au-dessus de la nappe actuelle. Mais, dans la réalité, il en est rarement ainsi, car les niveaux de base successifs ne restent pas en général sur la même verticale, l'embouchure du cours d'eau pouvant pour des causes diverses (formation d'un delta ou d'atterrissements littoraux, empiètement de la mer sur la côte, etc.) se déplacer et se trouver en projection horizontale à une distance plus ou moins grande de l'embouchure précédente, soit vers l'amont, soit vers l'aval<sup>2</sup>. L'intervalle entre deux nappes successives sera alors augmenté ou diminué d'une quantité dépendant de l'étendue du déplacement horizontal. En même temps le parallélisme des nappes pourra ne plus être aussi parfait, car le profil longitudinal étant en principe une courbe concave à courbure décroissante vers l'aval, les parties du profil présentant la même pente ne se trouveront plus *nécessairement* entre les mêmes verticales. On peut admettre toutefois que sauf dans le cas de très grands déplacements horizontaux, les écarts seront faibles et même négligeables.

La solution qui semble dès lors s'imposer pour l'étude des terrasses d'une vallée consiste à rapporter leurs altitudes à un profil longitudinal du cours d'eau, établi avec le maximum de précision, et occupant une position bien définie par rapport aux allu-

1. Voir, pour la définition de ce terme, ma note sur les anciennes nappes alluviales et les terrasses du Rhône et de l'Isère dans la région de Valence, page 10 et suiv. *B. S. G. F.*, (4), XV, 1915.

2. Dans la Somme la ligne de Rivage actuelle est à 30 km. environ en aval de celle du niveau de Montières.

vions actuelles. En adoptant pour les divers graphiques une échelle des hauteurs suffisamment grande, de façon à faire apparaître les irrégularités et les anomalies, on verra les terrasses principales se grouper en faisceaux distincts, très étroits, dont le nombre sera égal à celui des nappes dont elles ont fait partie, tandis que les terrasses secondaires ou anormales, se distingueront immédiatement des premières par leur isolement.

Dans mes recherches sur les terrasses de la vallée du Rhône, j'ai choisi comme profil de comparaison celui de l'*étiage conventionnel*, qui est basé sur des nivellements très précis. Cette solution est malheureusement inapplicable à la Somme, parce que la nappe alluviale proprement dite, qui correspond à la Somme Primitive, est partout masquée par des formations plus récentes, et que son profil longitudinal n'est défini que par un petit nombre de sondages.

J'ai dû en conséquence recourir à une autre solution, et j'ai adopté comme *première approximation* et comme *guide* le profil longitudinal de la Vieille Somme, qui est également un profil d'équilibre, et que l'on peut déduire avec une exactitude suffisante du nivellement du canal. En rapportant à ce profil les altitudes des terrasses de la Somme, on met immédiatement en évidence, ainsi qu'on le verra plus loin, les trois niveaux auxquels elles appartiennent.

Comme contrôle, et pour permettre de déterminer exactement la valeur de l'abaissement de la ligne de Rivage entre deux nappes alluviales successives, j'ai utilisé le profil de la Somme Primitive *en amont de Longpré*, c'est-à-dire dans la partie de la vallée où il est défini d'une façon suffisamment précise par les sondages, et où il peut être considéré comme parallèle à celui de la Vieille Somme. On peut admettre comme très probable, que la majeure partie des alluvions qui occupent le fond de la vallée sous la tourbe et dont l'épaisseur paraît comprise entre 3 et 4 m., s'est accumulée après la formation de la lagune et pendant que le rivage rétrogradait vers le Nord. Par suite, en rapportant les altitudes au lit du maximum d'érosion, et en tenant compte du déplacement ultérieur du niveau de base, on doit obtenir à 1 ou 2 m. près, la valeur des variations verticales de la ligne de Rivage.

La solution que je viens d'exposer est, en réalité, la seule susceptible de conduire à un résultat. Il est impossible, en effet, du moins dans une vallée, où, ainsi qu'on le verra dans le dernier chapitre, le creusement a été très réduit à la fin du Quaternaire, de rapporter les altitudes des anciennes terrasses au lit négatif du

maximum d'érosion. Dans la basse Somme, ce lit, non seulement n'est pas rectiligne, mais les pentes y sont plus fortes en aval qu'en amont, et il présente par suite une légère convexité vers le zénith ; en outre, les profils des différentes sections sont d'âges différents : celui de la section Daours-Longpré, qui seule a pu acquérir un profil d'équilibre, correspond à la fin de la période d'érosion, tandis que ceux des sections comprises entre Longpré et Le Hourdel ont subi, jusqu'à une époque très récente, des modifications considérables. Le profil longitudinal des nappes de remblai est, au contraire, un profil d'équilibre, à pente régulièrement décroissante d'amont en aval et par conséquent à concavité tournée vers le zénith.

En ne tenant pas compte de ces différences essentielles existant entre les deux types de profils, on est conduit fatalement à attribuer les terrasses d'une même nappe à des niveaux très différents suivant la place qu'elles occupent par rapport au profil de comparaison.

Cette divergence dans le point de départ nous a effectivement conduits, Commont et moi, à des conclusions très différentes en ce qui concerne la répartition des terrasses entre les différents niveaux, la concordance n'existant qu'au voisinage d'Amiens. C'est d'ailleurs, je tiens à le dire, le seul point sur lequel il y a eu désaccord entre nous.

J'ajouterai qu'à la suite des excursions que nous avons faites ensemble, Commont m'avait paru disposé à se rallier à ma théorie ; le seul point sur lequel il hésitait encore était l'attribution des basses terrasses d'Abbeville au niveau de Montières, et des terrasses situées immédiatement au-dessus, à celui de St-Acheul. On verra plus loin que la solution que j'ai adoptée tient compte dans une certaine mesure des objections de Commont, et paraît de nature à concilier les deux opinions <sup>1</sup>.

1. Puisque j'ai été amené à faire allusion aux recherches récentes de Commont, je crois devoir appeler ici l'attention des géologues sur l'intérêt qu'il y aurait à ne pas laisser se perdre les notes et observations que notre confrère avait rassemblées en vue du mémoire qu'il préparait sur l'ensemble du Quaternaire de la Somme. Ces notes renferment des renseignements d'une grande valeur qu'il serait d'autant plus désirable de conserver à la Science, qu'une partie des coupes étudiées par Commont n'est plus visible et que d'autres sont en voie de disparition.

## II. — Anciennes nappes alluviales de la vallée de la Somme.

En projetant sur un plan vertical passant par la Vieille Somme, les terrasses les mieux caractérisées du bassin inférieur <sup>1</sup>, on voit qu'elles forment trois bandes bien distinctes, sensiblement parallèles entre elles et à la Vieille Somme ; les éléments d'une même bande sont répartis sur une courbe concave vers le zénith et dont la courbure diminue progressivement d'amont en aval ; les écarts, trop faibles en général pour être représentés à l'échelle adoptée, sont attribuables à l'imprécision des mesures, à la dénudation, ou à des apports latéraux ; une seule terrasse, celle de Caubert fait exception pour des raisons qui seront indiquées plus loin.

Le faisceau du milieu est le plus net des trois, en raison du nombre relativement considérable des terrasses qu'il comprend et de leur distribution régulière entre Daours et la mer ; son individualité n'est pas douteuse, et, à défaut d'autres preuves, elle suffirait pour faire admettre l'indépendance et l'individualité des deux autres.

Il y a donc eu dans la Somme trois nappes alluviales antérieures à la nappe actuelle ; ce sont, comme on le verra, des nappes *principales* formées pendant des mouvements positifs du niveau de base, succédant à des mouvements négatifs. Je désignerai chacune de ces nappes par le nom de la terrasse la mieux caractérisée, et, en outre, d'après son altitude au-dessus de la Vieille Somme.

La nappe de Saint-Acheul étant la plus nette, je l'examinerai tout d'abord.

### 1° NAPPE PRINCIPALE DE 29-31 M. OU NAPPE DE SAINT-ACHEUL.

Les altitudes des terrasses sont données par le tableau ci-dessous.

1. Je n'ai fait figurer dans les tableaux ci-après que les terrasses situées en aval de Daours, et qui m'ont paru ne pouvoir soulever aucune discussion soit en raison de la netteté des formes du terrain, soit en raison de la précision des mesures qui ont défini leur altitude. Commont a relevé récemment dans la vallée de l'Avre les altitudes d'un certain nombre de terrasses et d'après les renseignements qu'il a bien voulu me communiquer, il ne paraît pas douteux que les trois niveaux de la vallée de la Somme proprement dite se retrouvent dans celle de l'Avre ; mais, comme il n'existe pas, à ma connaissance du moins, de nivellement précis de cette dernière vallée, j'ai pensé qu'il était préférable de ne pas en tenir compte dans cette étude.

	Altitudes absolues.	Cotes de la Vieille Somme.	Différences.	Cotes de la Somme Primitive.	Différences.
Bois de Rancroy (SW de Vecquemont)....	53-54 <sup>m</sup>	23 <sup>m</sup> 5	29,5-30 <sup>m</sup> 5	18 <sup>m</sup> 3	34,7-35 <sup>m</sup> 7
Terrasse entre Glizy et Longueau.....	52 <sup>1</sup>	21,5	30,5	15,5	36,5
Saint-Acheul (carrières Bultel-Tellier).....	49-50	19,4	29,6-30,6	13,4	35,6-36,6
Sablrière de Château- fort à Amiens.....	47-48	17,3	29,7-30,7	11,3	35,7-36,7
Saint-Maurice (à l'W. de la citadelle).....	46 <sup>2</sup>	17,0	29,0	11,3	34,7
Montières (cimetièr et briqueterie).....	45-46	15,7	29,3-30,3	9,5	35,5-36,5
Picqui- { Plateau au gny { SE.....	42	11,7	30,3	5,4	36,6
	41-42	11,34	29,7-30,7	5,0	36-37
Plateforme de la Ferme Quesnot.....	40	10,3	29,7	3,5	36,5
Bourdon (à l'Est de l'église).....	38	9,0	29,0	2,5	35,5
Camp de César (W de Duncq versant nord).	35-37	5,3	29,7-31,7	»	»
Mareuil.....	35-36 <sup>3</sup>	4,7	30,3-31,3	»	»
Caubert (église).	40 <sup>4</sup>	4,3	35,7	»	»
Abbeville (carrière Carpentier).....	34-35	4,3	29,7-30,7	»	»
Cimetièr de Rouvroy (plateforme au Sud).	34	4,3	29,7	»	»
Saigneville (sortie W. du village).....	34	3,7	30,3	»	»
Saint-Valéry (base de la butte du Moulin de Croix-L'Abbé)...	32-33	3,0	29-30	»	»

La figure et le tableau montrent que les terrasses, à l'exception de celle de l'église de Caubert, sont réparties sur un contour polygonal, sensiblement parallèle à celui de la *Vieille Somme* et dont l'enveloppe est une courbe concave à courbure régulièrement décroissante vers l'aval. L'altitude au-dessus de la *Vieille Somme* est comprise entre 29 et 31 m. ; elle est de 35 à 37 m. au-dessus

1. Cette terrasse reconnue par Commont en 1917 a été suivie par lui jusqu'à Glizy ; la cote adoptée se rapporte à un point intermédiaire entre Longueau et Glizy.

2. Plateforme crayeuse avec rares galets récemment reconnue par Commont.

3. Sommet des alluvions au dessus de la carrière.

4. Sommet des cailloutis près du bord inférieur, sous l'église. C'est par erreur que la figure porte la cote 41,5. L'altitude de 40<sup>m</sup> trouvée par Commont est probablement un peu forte. M. Briquet a indiqué une altitude plus faible de 3-4<sup>m</sup>, et il est possible que la véritable cote soit entre les deux.

de la *Somme Primitive* en amont de l'embouchure de cette dernière.

La légère surélévation de la terrasse de Caubert semble due à des causes locales. Les cailloutis près du bord forment, sur plusieurs mètres de hauteur, un magma confus, sans stratification ; ils sont, en outre, cimentés par du sable rouge argileux, et leur aspect est très différent de celui des cailloutis nettement alluviens que l'on observe sur la plupart des autres terrasses. On a l'impression, en les examinant, qu'ils représentent des apports d'origine latérale. D'autre part, la terrasse de Caubert correspond topographiquement à celle de Mareuil, située à 1 km. seulement en amont, et dont la surface également couverte de limons épais, atteint 43-45 m. Or, à Mareuil, les cailloutis et sables alluviens de la terrasse secondaire ont été ravinés par des cailloutis-présentant le même aspect que ceux de Caubert, et qui ont été certainement charriés par le ruisseau de Limercourt, puisqu'on peut les suivre vers le Nord-Ouest, en remontant les flancs du vallon. On est ainsi conduit à attribuer une origine analogue aux cailloutis de Caubert, et cette hypothèse est d'autant plus vraisemblable que la terrasse de Caubert se trouve dans un rentrant, au pied des pentes rapides qui descendent du Mont de Caubert à l'Ouest et de la plateforme de 100 m. au Sud-Ouest.

Toutes les terrasses du tableau appartiennent donc à une même nappe alluviale <sup>1</sup>.

Le rivage devait être très voisin de Saint-Valéry et passait très probablement par la butte du Moulin de Croix-l'Abbé, à quelques centaines de mètres au SE de la ferme. L'extrémité actuelle de la nappe alluviale est, en effet, marquée par une butte de graviers, cotée 34 environ, qui domine de près de 2 m. la surface du plateau alluvial ; la base des alluvions repose à 5-6 m. en dessous de cette surface sur des sables éocènes. Tandis qu'en amont, la nappe alluviale est partout formée de couches horizontales, à Croix-l'Abbé, la partie moyenne est presque entièrement constituée par des couches de sables jaunâtres et de graviers plongeant à 20-30° vers le Nord ou le Nord-Ouest ; les galets sont pour la plupart des silex de la craie, très usés en général ; vers la base et au sommet, les couches tendent à devenir horizontales.

1. Commont a récemment retrouvé des traces du même niveau sur plusieurs points de la rive gauche de la Somme, notamment entre Montières et Ailly. Sur les plateaux entre Saigneville et Saint-Valéry, au Sud de Boismont et de Pinchefalise, il existe également des traces d'anciennes alluvions, qui semblent d'après leurs altitudes, appartenir au niveau de Saint-Acheul ; mais, elles n'ont été étudiées ni par Commont, ni par moi, et en l'absence de données précises, il me paraît impossible d'en tenir compte.



Dans l'excavation de la carrière, on observe des lambeaux de sables fins et très blancs, comme ceux des dunes où des plages voisines ; ils renferment des éclats de silex et sur un point paraissent reposer sur des cailloutis peu épais qui les séparent de l'Eocène. Comme ces sables ne recouvrent pas la butte, et semblent encastrés dans les alluvions, il ne paraît pas douteux qu'ils sont en majeure partie plus anciens et ont été ravinés par elles. Enfin, à la partie supérieure de la butte, dans d'autres sables stratifiés presque horizontalement, j'ai recueilli deux très petits fragments de bivalves marins.

Cet ensemble de faits conduit à admettre que les sables blancs et les cailloutis de Croix-l'Abbé sont les débris d'un cordon littoral édifié à l'extrémité de la nappe alluviale de Saint-Acheul par une mer dont le niveau a dû atteindre 32-33 m..

En partant de cette donnée, il est facile de reconstituer la série des phénomènes qui se sont accomplis dans la basse Somme pendant la formation de la nappe de St-Acheul.

Le mouvement négatif qui a mis fin à l'existence de la nappe de la Ferme de Grâce a abaissé la ligne de Rivage à une altitude qui a dû être très voisine du niveau actuel, ainsi qu'on le verra plus loin ; le fleuve avait son embouchure au Nord de St-Valéry et pendant toute la durée du creusement il a suivi la direction de la vallée actuelle. Pendant la période positive, le fleuve s'élevant peu à peu en même temps que la ligne de Rivage, a fini par atteindre le plateau de Croix-l'Abbé dont la surface sous les alluvions est à une cote voisine de 26-28 m., et a comblé avec ses apports disposés en couches inclinées la lagune que maintenait un cordon littoral de sables blancs ; en même temps, la mer a remanié ce cordon en substituant aux sables des matériaux apportés par le fleuve.

On remarquera que l'altitude de 32-33 m. indiquée pour la mer contemporaine de la fin de la nappe de St-Acheul, est égale à l'intervalle de 35-37 m. qui existe entre le profil de cette nappe et celui de la Somme Primitive, diminué de 3-4 m. Or cette quantité représente à peu près la valeur du relèvement de la nappe dû au déplacement horizontal du niveau de base entre les verticales de Long et du point 3. C'est une confirmation de la théorie qui lie la formation des nappes alluviales principales aux oscillations verticales de la ligne de Rivage.

L'existence sur les côtes françaises de la Manche et surtout de l'Atlantique, d'un ancien rivage situé à une altitude comprise entre 30 et 35 m., est d'autre part prouvée par une série d'observations dont je résume les plus importantes.

a) *Littoral du Pas-de-Calais*. — D'après M. Briquet <sup>1</sup> les cailloutis fluviaux supérieurs de Wissant, correspondent à une ligne de Rivage inférieure à 40 m., mais supérieure à 20 m., qu'il n'est pas d'ailleurs possible, dans cette région, de préciser davantage.

Entre l'embouchure de l'Authie et Ault, les falaises élevées d'une centaine de mètres qui bordent la côte, s'éloignent à 25-30 km. vers le Sud en dessinant le contour d'un ancien golfe contemporain comme on le verra, d'une ligne de Rivage de 103 m. environ; la zone relativement basse qui les sépare du rivage actuel présente deux ou trois gradins dont l'un est bien marqué vers 60 m., et l'autre vers 30-35 m.

b) *Côtes atlantiques*. — J'y ai reconnu des traces très nettes d'un niveau de 30-35, représenté par des plateformes inclinées vers la mer et limitées de ce côté par des pentes rapides; on trouve fréquemment sur leur surface des galets très roulés. Je citerai notamment les points suivants: grand plateau de 29-33 m. au Sud-Est de Lessay; Ploubalay près Dinan (32-36 m.); Ile d'Ouessant; pointes de l'Armorique; de Saint-Mathieu et de Dinan, à Brest; Merlevenez, près de Lorient; Locmaria, dans l'Ile de Groix; plateau de 29-32 m. à Vannes; l'Apothicairerie à Belle-Isle; pointe de l'Ève à Saint-Nazaire; plateaux de Saint-Cyr-en-Talmontois, de Luçon et de Fontenay.

Enfin, M. Chaput<sup>2</sup>, a montré récemment qu'au Nord comme au Sud de la Loire, il existait sur la côte des plateformes littorales bien caractérisées, à des altitudes comprises entre 30 et 40 m.; elles correspondent à une nappe alluviale élevée de 35 m. au dessus de l'étiage dans le voisinage de l'embouchure.

Les plateformes d'abrasion que je viens d'énumérer prouvent que la mer a séjourné pendant un temps plus ou moins long à une altitude au moins égale; en outre, le fait qu'elles sont comprises dans des limites d'altitude très rapprochées indique que l'altitude de la mer a dû être sensiblement la même tout le long de la côte et voisine d'une trentaine de mètres.

D'autre part, l'existence dans le bassin de la Loire d'une nappe alluviale située à 35 m. au-dessus de l'étiage suppose celle d'une ligne de Rivage correspondante. L'altitude de cette ligne peut être déduite de cette observation que le niveau moyen correspond à très peu près aux alluvions du lit majeur, abstraction faite des limons. Or, ces alluvions près de l'embouchure d'un grand fleuve comme la Loire, ne s'élevant vraisemblablement pas, à plus de 2-3 m. au-dessus de l'étiage, il en résulte que le rivage à l'époque où se formait la nappe de 35 m. devait être très voisin de 32-33 m.

1. BRIQUET. Note sur quelques formations quaternaires du littoral du Pas-de-Calais. *Annales de la Soc. géol. du Nord*, 1906.

2. Ouvrage cité, p. 246 et suiv.

Ainsi tous les faits concordent d'une façon remarquable pour démontrer l'existence d'une ligne de Rivage de 30-35 m. et probablement de 32-33 m., dans l'Atlantique comme dans la Manche.

*Épaisseur et faune de la nappe de Saint-Acheul.* — La faune des graviers est caractérisée par *Elephas antiquus*. L'épaisseur des lambeaux alluviens, abstraction faite des limons, varie d'une terrasse à l'autre : elle est de 6 m. au moins à Saint-Acheul et à Bourdon, de 14 m. à Abbeville et à Mareuil, de 2-3 m. au NW de Picquigny. Mais ces mesures prises sur les bords de la nappe, sont très inférieures à l'épaisseur réellement atteinte par les alluvions, ainsi qu'il est facile de le montrer.

A Montières, il existe deux terrasses très nettes, l'une au Sud de la voie ferrée de Calais qui s'élève à 45-46 m. et qui figure dans le tableau ci-dessus, l'autre au Nord, qui s'élève à 28 m. et fait partie d'une nappe plus basse, celle de Montières. La première est caractérisée par *Elephas antiquus*, la deuxième par *Elephas primigenius*. Or, une coupe relevée par Commont et que j'ai eu l'occasion d'examiner avec lui, montre nettement que les alluvions de la terrasse de Saint-Acheul passent avec leur faune sous celles de Montières et descendent jusqu'à la cote 22. L'épaisseur de la nappe de Saint-Acheul aurait donc atteint au moins 23 m. 5, et il est probable qu'elle a dû être plus considérable, car sa base a été manifestement ravinée par les cailloutis de la nappe de Montières.

Si l'on admet par anticipation, que la formation des nappes alluviales a été, dans la Somme comme dans la Méditerranée, sous la dépendance de l'oscillation de la ligne de Rivage, il faut admettre également que l'épaisseur des nappes successives de la Somme près de l'embouchure, a été au moins égale à celle qu'elles avaient près d'Amiens. A Abbeville, la base de la nappe de St-Acheul a donc dû descendre au moins à la cote 11, et autant qu'on peut en juger par la coupe de Menchecourt dont on verra le détail dans le prochain paragraphe, elle a même dû descendre à quelques mètres plus bas. Il est dès lors rationnel, de rattacher à cette nappe les alluvions signalées à l'Est et au Sud-Est d'Abbeville (Carrières Leroy et de Moulin-Quignon)<sup>1</sup>, et un peu au Nord dans la vallée du Scardon (carrière de l'Heure) ; ces alluvions renferment des outils chelléens en abondance<sup>2</sup>.

1. Une visite récente à la carrière Leroy me porte à admettre que le sommet de la nappe alluviale s'élève notablement au-dessus du bord actuel et doit atteindre par conséquent une altitude très voisine de celle de la carrière Carpentier.

2. COMMONT. Gisements paléolithiques, p. 287-290 et Hommes contemporains, p. 214-216.

## 2° NAPPE PRINCIPALE DE 11-13 M. OU NAPPE DE MONTIÈRES.

En dessous de la nappe de St-Acheul, on trouve *des traces* d'un autre niveau bien caractérisé, celui de Montières ; les altitudes des terrasses qui le jalonnent, sont données par le tableau ci-après :

	Altitudes absolues	Cotes de la Vieille Somme	Différences	Cotes de la Somme Primitive	Différences
Longueau <sup>1</sup> .....	32 <sup>m</sup>	20 <sup>m</sup>	12 <sup>m</sup>	14 <sup>m</sup>	18 <sup>m</sup>
Rivery.....	31 <sup>2</sup>	18,3	12,7	12,2	18,8
Montières (école des filles).	27-28	15,7	11,3-12,3	9,5	17,5-18,5
Ailly-sur-Somme.....	26-27 <sup>3</sup>	13,8	12,2-13,2	7,3	18,7-19,7
Longpré - les - Corps - Saints (carrière de la gare).....	19-20	7,5	11,5-12,5	1,0	18-19
Terrasse de l'église St-Gilles (Abbeville).....	14 <sup>4</sup>	4,3	9,7	»	»
Menhecourt (pour mémoire) <sup>5</sup> .....	»	»	»	»	»
Mautort.....	16	4,3	11,7	»	»
Saigneville (sous le village au NW) <sup>6</sup> .	16	3,7	12,3	»	»

Les terrasses rapportées au niveau de Montières forment, en réalité, deux groupements bien distincts.

Le premier comprend les cinq terrasses en amont de Pont-Rémy qui sont certainement d'origine alluviale ; elles sont réparties sur un profil polygonal sensiblement parallèle à celui de la Vieille Somme, et elles peuvent, avec une grande probabilité, être considérées comme ayant fait partie d'une même nappe dont la surface se trouvait à 11-13 m. au-dessus de la Vieille Somme, et

1. Replat au bas du village s'étendant vers la gare ; cote peut-être un peu forte.

2. Moyenne de deux mesures prises par Commont et par moi ; cette terrasse paraît se prolonger en amont de Camon vers Lamotte-Brébrière. Je n'ai pas cité les cailloutis du quartier de la Vallée, ni ceux de la gare du Nord et de la gare St-Roch, en raison de l'incertitude des données altimétriques.

3. Commont admet que cette terrasse a pu être relevée légèrement par des apports latéraux.

4. Les cailloutis, d'après Commont, s'attachaient à la craie à 14 m. environ. Il est probable que cette terrasse et celle de Menhecourt qui font partie d'une nappe de la vallée du Scardon, ont été dénudées par cette rivière pendant la période d'érosion qui a suivi l'abaissement du niveau de base.

5. Les carrières n'existent plus.

6. C'est probablement au niveau de Montières qu'il conviendrait, en raison de son altitude (18 m. environ), de rapporter la terrasse d'Arrest, dont les limons superficiels renferment de nombreux *Cardium edule* ; elle a été signalée par Commont (Hommes contemporains, p. 285), mais je ne l'ai pas visitée.

à 17-19 m. au-dessus de la Somme Primitive. Cette altitude se maintenant dans les mêmes limites très étroites, sur près de 37 km., il n'est pas douteux qu'elle a dû demeurer identique jusqu'à la ligne de Rivage. Si donc l'on connaissait la position de cette ligne, il suffirait de prolonger le profil de la nappe parallèlement à celui de la Vieille Somme, jusqu'à sa rencontre avec la verticale passant par l'embouchure, pour obtenir une valeur très approchée de l'altitude de la mer correspondante. On verra plus loin qu'il est possible de fixer cette position avec une approximation suffisante.

Entre Longpré et Abbeville, il n'existe pas, à ma connaissance, de lambeaux d'alluvions bien caractérisés, susceptibles d'être rattachés aux précédents. Cependant, à 150 m. à l'Ouest de Longuet (rive droite), sur la route, au débouché d'un ravin, j'ai observé un placage de sables et de graviers stratifiés qui se terminent à 15-20 m. au-dessus du marais, par un petit plateau limoneux ; peut-être ont-ils une origine latérale. Mais, la coupe est trop mauvaise pour permettre une conclusion.

La faune des terrasses énumérées ci-dessus est caractérisée par *Elephas primigenius* (Montières, Longpré). A Montières, comme il a été dit plus haut, les alluvions à *El. primigenius* débordent en haut et en bas un lambeau de la nappe de Saint-Acheul renfermant *El. antiquus*.

L'épaisseur des alluvions des terrasses les mieux conservées, est d'environ 10 m. (Montières, Longpré) ; mais elle a dû être autrefois plus forte, la dénudation produite par le creusement ultérieur de la vallée ayant fait disparaître la base des terrasses. Toutefois, à Montières, l'écart ne doit pas dépasser quelques mètres, car le soubassement crayeux, qui est très peu incliné transversalement se termine à la cote 18, par un escarpement.

Le deuxième groupement comprend les trois terrasses d'Abbeville et celle de Saigneville ; elles se rattachent aux précédentes par leur altitude, mais s'en distinguent par deux particularités : elles sont d'origine latérale, sauf peut-être celle de Saigneville, et ont été en partie formées par la mer.

a) A Menchecourt, les anciennes exploitations ne sont plus visibles ; mais M. Rutot qui les a visitées autrefois avec d'Ault du Mesnil, en a donné une coupe<sup>1</sup>, qui résume très nettement les observations

1. Rutot. Note sur la position stratigraphique de la *Corbicula fluminalis* dans les couches quaternaires du bassin anglo-franco-belge. *Bull. Soc. Belge de Géologie*, Bruxelles 1910. Voir aussi de Mercey : Note sur les éléments du terrain quaternaire des environs de Paris et spécialement dans le bassin de la Somme ». *B. S. G. F.* (2), XXII, 1864.

antérieures, et qui semble devoir être admise dans ses grandes lignes.

Cette coupe montre que les alluvions de la terrasse appartiennent à deux époques bien distinctes. Dans la partie moyenne, reposant sur la craie, on trouve des cailloutis recouverts par des sables gris ; ils renferment la faune à *Elephas antiquus* ; dans les sables on a trouvé aussi des coquilles terrestres ; la base de ces alluvions ne paraît pas descendre jusqu'au niveau du marais.

Ces couches sont recouvertes par une série d'autres couches qui les coupent en biseau et les débordent vers le haut et vers le bas ; elles comprennent de bas en haut : des graviers et sables avec coquilles marines<sup>1</sup> et fluviatiles, des sables et limons avec coquilles surtout fluviatiles, et enfin des limons avec coquilles terrestres. C'est dans cette deuxième série de couches qu'a été trouvée la faune du Mammouth, associée à des instruments acheuléo-moustériens. Dans les graviers marins on a recueilli en outre *Corbicula fluminalis*, parfois avec ses deux valves, et deux très petits fragments de roches cristallines exotiques.

D'après Commont, l'altitude de ces graviers serait en moyenne de 12-15 m., nombre qui me paraît un peu élevé ; il est vrai que d'après la coupe de Rutot, l'altitude a pu varier notablement dans l'étendue des exploitations, en raison de l'inclinaison générale des couchés qui se relèvent vers l'embouchure du Scardon. Le bord de la terrasse a atteint peut-être 15-20 m.

Ainsi, à Menhecourt, les alluvions à *El. primigenius*, sont comme à Montières, emboîtées d'une dizaine de mètres dans des alluvions renfermant la faune de la nappe de Saint-Acheul.

De l'autre côté du Scardon s'étend la terrasse de l'église Saint Gilles, dont les cailloutis qui affleurent près de la surface, paraissent, au point de vue topographique, avoir fait partie de la même nappe que ceux de Menhecourt. En septembre 1917, nous avons pu constater, Commont et moi, que ces cailloutis s'étaient élevés au moins à la cote 14, en face de l'église, de l'autre côté de la voie ferrée. Il n'est pas impossible qu'ils aient été plus élevés, car non seulement la terrasse a été ravinée par le Scardon, mais elle a été en outre creusée et remaniée, lors de l'établissement et du dérasement de la fortification, et plus tard, de la construction du chemin de fer de Frévent. On a trouvé dans les cailloutis quelques outils chelléens.

Si l'on remarque que les terrasses de Menhecourt et de Saint-Gilles se correspondent, qu'elles sont placées au débouché d'un cours d'eau dont la pente est dix fois plus forte que celle de la Somme, et que la surface des couches paraît se relever vers l'Est, on pourra admettre comme probable, que la majeure partie des matériaux qui les constituent ont une origine latérale.

1. Les six espèces linnéennes signalées par Lyell et Prestwich sont actuelles et littorales : *Cardium edule*, *Macoma baltica*, *Buccinum undatum*, *Nassa reticulata*, vivent dans le sable ; *Purpura lapillus* et *Littorina littorea* se fixent sur les pierres et rochers. On a trouvé également des débris d'*Ostrea*.

A Mautort, les cailloutis de la base reposent à la cote 7 sur la craie, dans l'excavation de la carrière ; au-dessus affleurent des sables où Lyell a trouvé les mêmes coquilles marines qu'à Menchecourt. Puis viennent une nappe de galets de silex peu roulés dont l'altitude s'élève à 16 m. environ près du bord supérieur de la carrière, et enfin des limons. Toutes les couches plongent vers le NE ou vers le NW, et dans cette dernière direction, la pente, d'après la coupe de Commont, atteint 2 % environ. Il n'est donc pas douteux que l'ensemble du dépôt a une origine latérale.

Les limons de la partie supérieure qui s'élèvent à 18-19 m. environ renferment des outils moustériens. Dans les sables de la partie moyenne, on a trouvé surtout des outils acheuléens, et dans les graviers de base, Commont a recueilli des pièces *chelléennes roulées*.

A Saigneville, les cailloutis avec limons intercalés, forment un placage le long de la pente qui domine la vallée ; au Nord-Ouest du village, ils sont couronnés par un petit plateau limoneux coté 20 environ ; leur épaisseur doit dépasser une dizaine de mètres. Commont a signalé des cailloutis dans le marais à la cote 6 ; il est probable qu'ils étaient autrefois en continuité avec les précédents, dont ils ont été séparés par la dénudation. Je tiens de Commont qu'un ouvrier avait trouvé des coquilles marines dans la carrière, à une altitude de 10-12 m. ; mais les événements ne lui ont pas permis de contrôler cette découverte, d'ailleurs très vraisemblable. En se basant sur les faits observés à Mautort, on peut admettre comme très probable que les cailloutis de Saigneville proviennent surtout du vallon de la Trie, et peut-être, en partie, du démantèlement de la nappe de Saint-Acheul dont il existe un lambeau dans le village même.

b) L'altitude à laquelle ont été observées les coquilles marines est certainement inférieure à celle de la mer où elles ont vécu. Ces coquilles, toutes littorales, étaient, d'après Lyell, en bon état, ainsi que les coquilles d'eau douce plus fragiles qui leur étaient associées, bien que se trouvant les unes et les autres au milieu de graviers roulés ; d'autre part, Menchecourt est situé sur la rive droite de l'estuaire, contre laquelle devait s'exercer, autrefois comme aujourd'hui, toute la violence du flot, et la couche marine y repose sur des sables meubles peu épais renfermant des coquilles terrestres.

Il semble que dans ces conditions, on soit nécessairement conduit à admettre que les coquilles marines de Menchecourt ont vécu à une profondeur de plusieurs mètres en dessous du niveau des plus basses mers, ou, ce qui semble plus probable, dans des lagunes abritées contre le flot et le ressac, mais suffisamment profondes pour que le degré de salure se maintienne sans variation notable, malgré les apports journaliers du Scardon.

Dans cette dernière hypothèse, la mer aurait dû s'élever à 5-6 m.

au moins au-dessus du lit coquillier, et par conséquent son niveau moyen aurait atteint et même dépassé une quinzaine de mètres.

c) La vallée ne paraît pas avoir été barrée par les apports du Scardon et du ruisseau de Bienfay. A Mautort, en tout cas, la pente relativement forte des limons et des cailloutis où ont été trouvées les coquilles marines indique que la terrasse n'a pas dû s'étendre transversalement au delà du village. Comme d'autre part les premières traces d'une nappe alluviale située au-dessus de la vallée et pouvant correspondre à celle de Mautort, apparaissent seulement en amont de Pont-Rémy, on est en droit d'en conclure que la mer qui a déposé les coquilles de Mautort et de Menchecourt pénétrait librement dans la vallée au moins jusqu'au voisinage de Pont-Rémy.

On remarquera du reste qu'à l'époque où la mer était plus élevée de 15-20 m. elle devait recouvrir le plateau de Pende et isoler le mamelon de Croix-l'Abbé ; le rivage se trouvait donc à 4 km. au moins en amont de St-Valéry. Dans ces conditions, il semble que la pénétration de la mer ait dû être à peu près aussi grande qu'à l'époque de la Somme Primitive, où elle dépassait Pont-Rémy.

d) Si l'on adopte cette conclusion et si l'on prolonge sur la figure 1 le tracé de la nappe de Montières, *parallèlement à celui de la Vieille Somme*, jusqu'à la verticale d'Eaucourt, on voit qu'elle rencontre les différentes verticales entre Long et Eaucourt à des altitudes comprises entre 19 et 18 m. Ce sont ces deux limites très voisines que l'on peut avec une grande probabilité adopter pour définir l'altitude de la ligne de Rivage correspondant à la nappe de Montières.

L'existence dans la Manche et dans l'Atlantique d'une ligne de Rivage de cette altitude est démontrée d'ailleurs par un grand nombre de faits. A Wissant, elle a été reconnue par M. Briquet<sup>1</sup> ; elle a été également signalée dans le Cotentin et près de Lorient<sup>2</sup> à Hennebont. Dans cette dernière localité, située à 13 km. à l'intérieur des terres dans la vallée du Blavet et que j'ai eu l'occasion de visiter, le dépôt littoral avec *Ostrea edulis*, atteint une altitude de 15-20 m.

J'ai observé le même niveau dans les environs de Brest (Pointe Bertheaume et Ile Ronde) ; à 1 km. au Sud-Ouest de Merlevenez, près de Lorient ; à Locmaria, dans l'Ile de Groix ; à Belle-Isle ; à La Rochelle ; à l'embouchure de la Charente, près de Rochefort ; à l'embouchure de la Gironde, près de la Conche de Vaux et au fort de Suzac.

Enfin, l'existence dans la Loire, jusqu'au voisinage de son em-

1. BRIQUET. Ouvrage cité.

2. Carte géologique détaillée. Feuille des Pieux (M. Bigot) et feuille de Lorient (M. Barrois). Voir aussi *Bulletin des Services de la Carte*, X, pages 109 et 487.



bouchure, d'une ancienne nappe alluviale de 15-20 m. d'altitude, vient d'être démontrée par M. Chaput.

En présence de cet ensemble de faits concordants, on peut, je crois, considérer comme hors de doute qu'à la fin du remblai auquel correspond la nappe de Montières, la ligne de Rivage devait se trouver à une altitude comprise entre 15 et 20 m., et probablement très voisine de 18-19 m.; l'embouchure de la Somme contemporaine se trouvait au voisinage de Pont-Rémy.

En partant de cette donnée et en s'appuyant sur la loi des oscillations de la ligne de Rivage que j'ai établie pour la Méditerranée, il est facile de reconstituer la série des phénomènes très complexes qui ont dû s'accomplir dans la Basse Somme avant et pendant la formation de la nappe de Montières.

Le mouvement négatif qui a mis fin à la formation de la nappe de St-Acheul, a abaissé la ligne de Rivage à une quinzaine de mètres environ en-dessous du niveau actuel, et le nouveau rivage a dû se trouver par suite au Nord de St-Valéry. Le creusement régressif qui a commencé aussitôt, est resté très inférieur à celui prévu par la théorie, pour les raisons déjà indiquées. On peut, par analogie, admettre qu'à Abbeville, le thalweg n'est pas descendu à plus de 5-6 m. en-dessous du niveau actuel, et que le substratum crayeux atteint par les sondages à la cote — 5, devait correspondre à très peu près au maximum d'érosion.

La vallée a été pendant ce creusement débarrassée en majeure partie des alluvions de la nappe de St-Acheul, et approfondie à quelques mètres plus bas; vers la fin, et pendant les débuts du mouvement positif qui a suivi, les cours d'eaux latéraux ont étalé leurs cônes de déjection sur le fond de la vallée principale.

La mer en s'élevant a envahi la partie inférieure de la vallée, et s'est avancée peu à peu dans la direction de Pont-Rémy, qu'elle a atteint, et peut-être dépassé, à une époque où son niveau était très voisin de 18 m.; elle a continué pendant cette progression à détruire les résidus de la nappe de St-Acheul, et a recouvert en les remaniant les cônes de déjection des vallées latérales.

Vers la fin du mouvement positif, quand l'action de la mer a commencé à faiblir par suite de la formation de barres dans le fiord étroit qu'elle occupait, des dépôts marins ont pu s'accumuler et subsister localement dans des lagunes abritées. C'est de cette époque que datent les couches marines de Menchecourt, de Mautort, de Saigneville, et cet état de choses a duré jusqu'à la fin de la nappe de Montières. Les limons qui recouvrent la partie supérieure des terrasses de ces trois localités, se sont probable-

ment déposés à cette époque ; il est possible, toutefois, qu'ils soient en partie contemporains des débuts de la période de creusement qui a suivi.

Je ferai remarquer en terminant que l'embouchure de la Somme de Montières se trouvant à plus de 21 km. en amont de celle de la Somme de St-Acheul, l'intervalle entre les deux nappes qui devrait théoriquement être de 14 m. environ, s'est trouvé, du fait de ce déplacement, augmenté de près de 5 m.

Avant de clore ce chapitre, il me paraît indispensable d'examiner brièvement les arguments sur lesquels se sont appuyés divers géologues, et notamment Commont, pour rattacher les basses terrasses d'Abbeville à la nappe de Saint-Acheul.

En étudiant les fossiles et surtout les ossements de Mammifères trouvés à Menchecourt, Commont est arrivé à cette conclusion que le gisement de la plupart d'entre eux n'était pas défini avec une précision suffisante, et que ces débris ne pouvaient être utilisés pour fixer l'âge des diverses parties de la terrasse, à l'exception toutefois des limons qui la couronnent, et il a été ainsi amené à recourir à des considérations d'un autre ordre. Tout d'abord, la présence dans les graviers inférieurs d'outils chelléens lui a paru une preuve que ces graviers étaient, comme ceux de Saint-Acheul, contemporains d'*Elephas antiquus*. D'autre part, l'existence dans les sables fluviomarins de *Corbicula fluminalis* indiquerait, d'après lui, un climat plus chaud que celui du Mammouth, et, la récolte dans ces mêmes couches de spécimens d'*Helix arbustorum*, de taille plus grande que ceux trouvés dans les limons, corroborerait cette déduction. En se basant sur la concordance de ces données, Commont a admis comme très probable que les sablés et graviers de Menchecourt, et, par analogie, ceux de Mautort, étaient contemporains d'*Elephas antiquus* ; les limons supérieurs seuls étaient de l'âge d'*Elephas primigenius*.

La conclusion de Commont étant en opposition complète avec les faits mis en évidence par la coupe de Rutot, je pourrais me borner à cette constatation. Mais il me paraît utile de montrer qu'aucun des arguments invoqués n'est de nature à faire naître des doutes sur la valeur de la coupe, et sur les conséquences qui en ont été tirées.

a) La présence de silex taillés dans des sables ou graviers alluviaux n'implique pas nécessairement que ces outils sont contemporains des

alluvions. Comme l'a fait remarquer Lyell<sup>1</sup>, les traces d'usure que l'on observe sur un grand nombre d'outils recueillis dans les alluvions de la Somme, indiquent qu'ils ont subi un transport plus ou moins prolongé sous l'action des eaux courantes<sup>2</sup>.

L'absence de ces traces sur un certain nombre d'outils ne peut d'ailleurs être invoquée comme une preuve contraire, l'usure étant fonction de l'étendue et de la durée du transport, et de la violence du courant.

A ce point de vue, il est intéressant de rappeler que Buteux a recueilli sur la plage de St-Valéry, dans la zone d'action du flot, et au milieu de galets de silex très roulés, une hache « dont le tranchant était aussi vif que si elle sortait des mains de l'ouvrier »<sup>3</sup>.

Il est dès lors évident que si à St-Acheul les outils chelléens trouvés dans les *graviers* sont certainement contemporains de la nappe alluviale, puisqu'il n'en existe pas de ce type dans les alluvions plus anciennes, il n'en est plus de même nécessairement à Abbeville, où les terrasses basses qui se trouvent au débouché du Scardon ou du ruisseau de Bienfay, sont dominées à très faible distance par des terrasses plus élevées d'une vingtaine de mètres, renfermant des débris de l'industrie chelléenne. Il n'est pas douteux que dans ces conditions, et pendant les périodes d'érosion, puis de remblai, qui ont suivi la formation de la nappe de St-Acheul, des outils chelléens provenant de cette nappe ont dû être entraînés et incorporés aux alluvions de la nappe de Montières ; la plupart ont pu d'ailleurs, en raison du faible trajet auquel ils ont été soumis et du peu de puissance de l'agent transporteur, conserver la vivacité de leurs arêtes. Ainsi, même en faisant abstraction de tout emboîtement des nappes, la présence d'outils chelléens dans les alluvions de Menchecourt serait un fait normal, qui n'impliquerait nullement que cette terrasse est contemporaine de la nappe de St-Acheul. L'existence à Menchecourt, et peut-être à St-Gilles, de lambeaux d'alluvions ayant fait partie de cette nappe, enlève à *fortiori* toute valeur à la présence supposée de ces mêmes outils dans les sables et graviers à coquilles marines qui surmontent ces lambeaux.

b) La présence de *Corbicula fluminalis* dans un dépôt ne peut donner aucune indication sur le climat contemporain. A Menchecourt, ce Mollusque, qui a été recueilli avec ses deux valves, est certainement associé à *El. primigenius*, et en Sibérie on l'a trouvé également dans les graviers qui renferment des restes du Mammouth<sup>4</sup>. Il n'est donc pas étonnant qu'il ait vécu dans le Nord de la France successivement avec *El. antiquus* et *El. primigenius*.

1. LYELL. Ancienneté de l'homme, 2<sup>e</sup> édit., traduct. Chaper, p. 125-137. L'usure des silex taillés recueillis dans les graviers de la Somme a été signalée par divers observateurs. Voir BOUCHER DE PERTHES ; *B.S.G.F.*, (2), XIX, p. 153. — COMMONT. Gisements paléolithiques, p. 284.

2. Il n'est pas inutile de faire remarquer que l'hypothèse du transport par les eaux courantes ne s'applique pas aux outils recueillis dans les limons.

3. BUTEUX. Sur les terrains contenant des silex travaillés près d'Amiens et d'Abbeville. *B. S. G. F.*, (2), XXI, p. 40.

4. J. ГЕЛІКЕ. The great ice age. 3<sup>e</sup> éd. 1894, p. 704.

J'ajouterai qu'en Algérie, ce même Mollusque ou une forme très voisine, qui habitait sur les bords de la Macta à l'époque de la ligne de Rivage de 15-20 m., a disparu depuis, bien qu'il n'y ait eu aucune modification dans le climat du Nord de l'Afrique, ainsi que je l'ai montré antérieurement<sup>1</sup>.

c) L'argument basé sur les variations de forme et de taille d'*Helix arbustorum* n'a pas plus de valeur. Il a été mis en avant par de Mortillet qui avait recueilli dans les sables blancs de Menchecourt des individus de taille normale et d'autres de petite taille, de la variété *alpicola*. Plus tard, il a admis, sans d'ailleurs donner de précisions à ce sujet, que ces derniers se trouvaient à un niveau plus élevé, et il en a conclu que le climat s'était refroidi dans l'intervalle<sup>2</sup>.

Je ne discuterai pas le fait lui-même, en raison de l'incertitude des données stratigraphiques, et je me bornerai à présenter quelques observations. Locard<sup>3</sup> a montré qu'on trouvait dans la Grande Chartreuse des individus d'une taille exceptionnelle et très supérieure à celle qu'atteint l'espèce dans les carrières de Lyon, et j'en ai recueilli moi-même d'aussi grands, dans le Vercors vers 1200 m. Au Schneeberg (Autriche), j'ai récolté à 1900 m. des individus de grande taille associés à des individus de la variété *minor* de Locard.

D'autre part, l'*Helix arbustorum* que l'on recueille à la base de la nappe de Saint-Acheul, où elle est associée à *Elephas antiquus*, est une forme de taille plutôt petite, que Clessin a distingué comme variété sous le nom de *Sendtneri*; d'après l'auteur cette variété habite dans toute l'Allemagne jusqu'à 2308 m<sup>4</sup>.

Enfin, on ne doit pas perdre de vue que chez un grand nombre d'espèces terrestres les variations de forme, de taille, d'épaisseur, sont dues surtout à des différences de station (exposition, nature du sol, végétation, etc.), c'est-à-dire à des circonstances locales, très variables dans une même région sur des points très rapprochés.

Il semble, dès lors, qu'il est difficile et peu rationnel de chercher à déterminer le climat d'une époque en se basant sur les variations locales d'animaux aussi polymorphes que la plupart des Mollusques terrestres, et en particulier de l'*Helix arbustorum*.

En résumé, l'hypothèse du rattachement au niveau de Saint-

1. GÉNÉRAL DE LAMOTHE. Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger. *Mémoires de Géologie de la S. G. F.*, mémoire n° 6, p. 256, 1911. La forme algérienne a été décrite par Pallary sous le nom de *Pequignoti*. *Mémoires de Paléont. de la S. G. F.*, n° 22, p. 182.

2. DE MORTILLET. Coquilles terrestres et fluviatiles des sables blancs à *Elephas primigenius* et à silex taillés d'Abbeville. *B. S. G. F.* (2) XX, p. 293. — Le Préhistorique. Reinwald. Paris 1883, p. 211.

3. LOCARD. Etudes sur les variations malacologiques dans le bassin du Rhône. 1880-1881, I, p. 142, II, p. 296. — Description de la faune malacologique des terrains quaternaires des environs de Lyon, 1879, p. 52.

4. COMMONT. Gisements préhistoriques, p. 45. — CLESSIN. *Deutsche Excursions Mollusken fauna*, 2<sup>e</sup> édit., 1884.

Acheul de la totalité des alluvions de la terrasse de Menchecourt, ne s'appuie sur aucune raison sérieuse, et elle est en outre en opposition avec les faits constatés autrefois. C'est d'ailleurs en se basant sur cette hypothèse, que Commont a été conduit à prendre comme profil de comparaison pour l'étude des terrasses de la Somme, le thalweg du maximum d'érosion, et on a vu plus haut que cette solution, se heurte à de graves objections de principe ; elle conduirait, d'ailleurs, si elle était appliquée aux vallées de l'Isère, du Rhône, de la Loire, etc., à une dislocation complète des systèmes de terrasses de ces vallées.

### 3° NAPPE PRINCIPALE DE 50-52 M. OU NAPPE DE LA FERME DE GRÂCE.

Au-dessus de la nappe de St-Acheul, on trouve, principalement dans la région d'Amiens, quelques lambeaux d'alluvions, malheureusement très démantelés, qui semblent se rattacher à un même niveau.

	Altitudes absolues	Cotes de la Vieille Somme		Cotes de la Somme Primitive	
			Différences		Différences
Bois des Cailloux (au NE de la Motte-Brébière) <sup>1</sup> . . . . .	72 <sup>m</sup>	22 <sup>m</sup> 3	49 <sup>m</sup> 7	16 <sup>m</sup> 5	55 <sup>m</sup> 5
Sommet au Sud du cimetière de St-Acheul . . . . .	69 <sup>2</sup>	19,4	49,6	13,4	55,6
Boulevard de Châteaudun et Champ de Manœuvres . . . . .	67	17,0	50,0	10,0	57
Ferme de Grâce . . . . .	66 <sup>3</sup>	15,6	50,4	9,5	56,5
Plateforme du moulin d'Argœuves <sup>4</sup> . . . . .	63-65	14,2	49,8-50,8	7,9	56,1-57,1

1. Les cailloutis très développés en dessous de la cote 61 (cote réelle 67) s'élèvent jusqu'au sommet du mamelon.

2. Les cailloutis qui couvrent la pente NE du mamelon du cimetière de St-Acheul et sont visibles dans les carrières Fréville et Bultel-Tellier, ainsi que ceux qui couvrent le plateau à l'Est de la Ferme de Grâce (carrières Boucher et Tategrain), font partie de la nappe de la Ferme de Grâce ; il n'y a aucun motif pour les considérer comme appartenant à une nappe distincte. La continuité entre ces cailloutis et ceux qui les dominent, ne paraît pas douteuse à Montières ; elle semble probable à St-Acheul ; elle pourrait d'ailleurs avoir été supprimée pendant le creusement de la nappe. A St-Acheul (carrière Fréville près du cimetière), la base de ces cailloutis se trouve au niveau ou même un peu en dessous de la surface supérieure de la nappe de St-Acheul. A la Ferme de Grâce, elle descend au moins à 52 m. ; Commont y a trouvé des calcaires à Nummulites dont la présence indique que les alluvions ne proviennent pas du vallon de la Celle.

3. L'altitude de 66 m. que j'ai adoptée pour les cailloutis situés au-dessus de la Ferme de Grâce est inférieure de 1 m. à celle donnée par M. Commont, parce que je n'ai pas tenu compte de la *glaise* qui surmonte les cailloutis et qui est un produit d'inondation.

4. Reconnue par Commont et moi en 1917 ; le plateau est très net et on y trouve de nombreux silex roulés.

Cimetière d'Ailly-sur-Somme	63-65	13,8	49,2-51,2	7,5	55,5-57,5
Plateau à l'Ouest de Lierrcourt	57 <sup>1</sup>	5,3	51,7	»	»
Camp de César à l'Ouest de l'église de Duncq	55 <sup>2</sup>	5,3	49,7	»	»

Le tracé polygonal obtenu en réunissant les projections des altitudes est sensiblement parallèle à celui de la Vieille Somme. Bien que le nombre des terrasses soit restreint, la concordance de leurs altitudes relatives sur une étendue de près de 40 km. suffit pour autoriser à les considérer comme les témoins d'une même nappe alluviale qui se trouvait à 50-51 m. au-dessus de la Vieille Somme, à 55-57 au-dessus de la Somme Primitive<sup>3</sup>. Mais pour pouvoir fixer exactement la position de la nappe dans la série des nappes alluviales, il est indispensable de connaître au moins approximativement l'emplacement et l'altitude de la ligne de Rivage correspondante. Malgré l'insuffisance des documents, on peut, je crois, les déterminer l'un et l'autre, en se basant sur les considérations ci-après.

Dans la région d'Amiens où les terrasses sont le mieux conservées, la nappe de la Ferme de Grâce se trouve à 20 m. au-dessus de celle de St-Acheul. Si donc l'embouchure de la Somme n'avait pas varié et était restée sur la verticale de St-Valéry pendant la formation des deux nappes, l'altitude de la ligne de Rivage à l'époque de la nappe de la Ferme de Grâce eût été voisine de 52-53 m. D'autre part, l'intervalle entre cette dernière nappe et celle de Montières, étant de 38-39 m. à Montières, l'altitude de la mer, dans l'hypothèse où la ligne de Rivage se serait trouvée à l'époque de Montières, entre Long et Pont-Rémy, eût été de 56-58 m.

Il est facile de montrer que la première hypothèse doit être écartée, et qu'un certain nombre de faits conduisent à admettre l'existence d'une ligne de Rivage de 55-60 m., à laquelle se rattacherait naturellement la nappe de la Ferme de Grâce.

On remarquera, tout d'abord, qu'avec une altitude de 52-53 m.,

1. Cote provisoire. Nous avons, Commont et moi, visité ce plateau en septembre 1917 ; son bord oriental est couvert de cailloutis qui ne paraissent pas avoir une origine latérale. Mais la détermination de leur altitude n'a pu être faite dans cette course. D'après les Minutes de la Carte, le sommet du plateau serait à 60 m. ; mais il est probable que les cailloutis ne dépassent pas 56-58 m.

2. Terrasse probablement dénudée par les eaux du vallon de Grandsart.

3. Il y a lieu de remarquer que les cailloutis du Bois des Cailloux et de St-Acheul couronnent des sommets arrondis, et ont dû subir les effets de la dénudation. Leurs altitudes absolues sont donc certainement trop faibles, et il est probable que leurs altitudes au-dessus de la Vieille Somme et de la Somme Primitive devaient se rapprocher des limites supérieures indiquées.

la mer aurait pénétré au moins jusqu'à Port-le-Grand, puisque toute la bande de terrain en aval est à une altitude inférieure à 50 m. Or, comme on l'a vu plus haut, il existe le long de la côte entre l'Authie et Ault, une série d'anciennes plateformes littorales de 55-65 m., qui bordent le pied des hauteurs de 100 m. et semblent jalonner également le contour d'un ancien golfe qui pénétrait dans la vallée de la Somme au moins jusqu'à Abbeville. Il est donc rationnel, *a priori*, d'admettre que la mer qui a créé ces plateformes et dont l'altitude devait être voisine de 60 m., est précisément celle dans laquelle débouchait la Somme de la Ferme de Grâce.

On trouve, d'ailleurs, en dehors de l'embouchure de la Somme et sur un grand nombre de points des côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique, des traces très nettes d'une ancienne ligne de Rivage dont l'altitude devait être comprise entre 55 et 60 m., et qui sont représentées par des plateformes d'abrasion souvent couvertes de galets très roulés.

Je citerai d'abord mes observations personnelles :

*Cap Gris-Nez* : plateforme de 50-55 m., butant au SE contre les pentes qui limitent les hauteurs de la Louve ;

*Cherbourg* : plateforme du sémaphore de Querqueville, entourée par la courbe 60 ;

*Cap Carteret* : plateforme de 55-62 m. ;

*Granville* : plateforme de 55-60 m. au Sud-Est ;

*St-Brieuc* : plateforme de la Tour de Cesson 60-62 m. ;

*Brest* : plateformes du fort de Portzic (50-60 m.), de la pointe Bertheaume (60 m.), de Cornouailles (60-65 m.), de Plouguerneau à l'Abervrach ;

*Vannes* : plateau de Lesvellec au Sud de celui de Meucon ;

*Ste-Anne-d'Auray* : grand plateau de 50-55 m. près de Kerjosse ;

*Belle-Isle* : plateforme d'abrasion de Locmaria, avec cordon littoral s'élevant à 63 m.<sup>1</sup>. Ce cordon littoral que j'ai étudié en 1907, est constitué par de véritables graviers de plage, qui rappellent d'une façon frappante les graviers à dragées d'Algérie. Cette particularité et la situation topographique du cordon, conduisent à admettre qu'il a été édifié par une mer dont le niveau était compris entre 55 et 60 m. Une preuve décisive en faveur de cette hypothèse peut être, d'ailleurs, tirée du mémoire de M. Chaput : c'est l'existence dans le bassin de la Loire d'une ancienne nappe alluviale de 55-60 m., qui, au voisinage de l'embouchure, se lie à des plateformes littorales bien caractérisées.

1. Signalé par M. Barrois : Légende de la feuille de Belle-Isle de la carte géologique détaillée et dans *Bull. de la Soc. géolog. du Nord*, XXVI. 1897. Voir au sujet des graviers à dragées, mon mémoire de 1911 sur les lignes de Rivage d'Algérie, p. 32.

De cet ensemble de données concordantes, on peut, je crois, tirer cette conclusion qu'il existe dans la Manche et dans l'Atlantique des traces d'un ancien niveau de la mer compris entre 55 et 60 m. et il est, dès lors, rationnel de considérer la nappe de la Ferme de Grâce, comme contemporaine de cette mer ; l'embouchure de la Somme devait se trouver un peu en aval de Liercourt, et à une cote voisine de 57 m.

*Épaisseur de la nappe.* — L'épaisseur peut être évaluée à 14 m. au moins à Montières et à 20 m. à St-Acheul. Mais en réalité, elle a dû être plus considérable ; il est très probable, en effet, étant donnée la grande largeur de la vallée à Amiens, que le thalweg de la période d'érosion doit être descendu en dessous du bord inférieur des terrasses, et par conséquent, se trouve en dessous de la surface supérieure de la nappe de St-Acheul ; cette dernière serait par suite emboîtée dans la nappe de la Ferme de Grâce. En tout cas, cet emboîtement semble à peu près certain à Abbeville, où, d'après Commont, il existe à la base de la carrière Carpentier, une zone de graviers plus ancienne<sup>1</sup>.

Aucune faune n'a été trouvée jusqu'à présent, à ma connaissance du moins, dans la nappe de la Ferme de Grâce.

### III. — Anciennes plateformes littorales du bassin de la Somme.

Au-dessus de la nappe alluviale de la Ferme de Grâce, il n'existe, dans la vallée de la Somme, en aval de Longueau, aucune trace d'alluvions susceptibles d'être rapportées à une nappe continue, s'abaissant progressivement vers l'aval ; mais on y observe un phénomène topographique des plus remarquables.

Sur les deux versants, entre Corbie et Pont-Rémy, on voit apparaître à des altitudes presque identiques et comprises pour la plupart entre 100 et 105 m., des replats ou plateaux parfois très vastes, dont la surface légèrement inclinée vers l'axe de la vallée, interrompt plus ou moins brusquement la continuité des pentes. Du côté de la vallée, ils sont en général limités par des talus rapides ; du côté opposé, le raccordement avec les pentes ascendantes, est presque toujours marqué, vers 105-110 m., par un accroissement sensible de la pente, mais parfois ils en sont isolés par une légère dépression. La plupart de ces replats ont été créés aux dépens de la Craie supérieure, qui affleure le plus

1. Voir à ce sujet COMMONT. Gisements paléolithiques, p. 274, et Hommes contemporains du Renne, p. 214.



souvent près de la surface, recouverte seulement par une couche d'argile en général très mince, mais dont l'épaisseur atteint parfois 3-4 m. (plaine d'Anvillers) ; cette argile renferme fréquemment des silex brisés, provenant de la décomposition de la craie. Sur beaucoup d'entre eux, on trouve des galets de silex très roulés et des silex verdis plus ou moins usés, provenant des assises inférieures de l'Eocène. Sur la rive droite, principalement, des galets de silex présentant des traces d'usure ou même bien roulés, leur sont associés ; leur état de fraîcheur semble indiquer qu'ils ont été arrachés à la craie et façonnés à une époque plus récente (plateaux de Bertangles, de Frémont, de Belloy, etc.).

Sur le plateau de Dury, les galets roulés et usés, récents ou anciens, qui abondent entre les cotes 100 et 107, près du bord inférieur de la plateforme, entre l'Hospice et Dury, diminuent rapidement et disparaissent dès qu'on s'élève seulement de quelques mètres sur les pentes couvertes de limons qui dominent le village au Sud-Est.

En amont de Longueau et principalement dans la vallée de l'Avre (Corbie, Lihons, Bois-de-Boves, etc.), on observe des replats de *même altitude*, créés entièrement aux dépens de l'Éocène inférieur ; les couches tertiaires conservées reposent sur le Crétacé, et sont recouvertes par des limons ou des cailloutis semblables à ceux des replats précédents.

En dessous des replats de 103 m., dans l'intervalle qui les sépare des terrasses alluviales les plus élevées, on trouve çà et là d'autres replats ; mais leurs altitudes sont quelconques et variables sur des points rapprochés. En dessus, on accède par des pentes plus ou moins continues, tantôt douces, tantôt rapides, sur de vastes plateaux dont le bord supérieur est le plus souvent très voisin de 150 m. : j'en reparlerai plus loin.

Les principaux replats sont énumérés ci-après ; les altitudes indiquées sont celles des points culminants ou des deux bords extrêmes.

*Rive gauche de la Somme en amont de Pont-Rémy.*

Plateau au Sud d'Amiens sur la route de St-Fuscien.....	102-105 m.
Plateforme de Dury entre l'hospice des Aliénés et le village.	100-107
Plateau de Bacouel (vallée de la Selle).....	100 m.
Plateau de Ferrières (N et NE du Village) 2 500 m. sur 1 500 m.	100-105
Replats au SW de Breilly.....	99 et 105
Replat du bois de Neuilly au SW de Picquigny.....	100 m.
Plateau à l'Est et au SE de Soues.....	98 et 101
Plateaux au NE du Quesnoy.....	99 et 104
Plateau au SE de Montagne.....	105
Plaine d'Anvillers.....	107 m.
Plateau de Sorel (1700 m. sur 200).....	100

*Rive droite de la Somme en amont de Pont-Rémy.*

Plateau de Pont-Noyelles .....	99-105 m.
Plateaux à l'Est et au SE d'Allonville .....	95-107 et 100
Plateau au NW de Bertangles .....	105 m.
Plateau de Frémont .....	102
Plateau au NE de Belloy .....	103-108
Plateau au NE de Bourdon .....	99-100
Plateau à l'Est de Long .....	102 m.
Plateau au NE de Pont-Rémy s'étendant jusqu'à Ailly-le-Haut Clocher .....	100-105

Il ressort de ce tableau qu'entre Corbie et Pont-Rémy, sur une distance de près de 57 km., les hauteurs qui bordent les deux rives de la Somme, sont limitées du côté de la vallée par des replats, souvent très vastes, dont l'altitude oscille autour de 103 m., tandis que sur la même étendue les terrasses qui jalonnent les anciennes nappes alluviales, présentent une chute de 16-17 m. (fig. 1).

Il y a donc un contraste absolu entre l'allure topographique de ces replats et celle des terrasses, et l'on doit en conclure que la formation des premiers est due à l'intervention d'une cause complètement différente de celle qui a présidé à la formation des secondes.

C'est cette cause que je vais essayer de préciser :

1° Je ferai tout d'abord remarquer que l'existence de ces replats de 100 m., n'est pas limitée à la partie de la vallée de la Somme comprise entre Corbie et Pont-Rémy. On les retrouve en amont et en aval, et il en existe également dans les bassins voisins, et notamment dans ceux du Thérain et de la Troësne.

*Vallée en amont de Longueau.* — Je signalerai sur la rive gauche de la Noye : les replats du bois de Guyencourt (99-106 m.), du bois de Boves (100-105 m.), de la ferme Combos (105 m.), du bois de Sénecat (100-105 m.), des Hailles (99-107 m.) long de 2 200 m. ; sur les deux rives de la Somme, de nombreux replats de même altitude jusqu'à Péronne.

Au NE de Corbie, l'extrémité du plateau qui sépare l'Ancre de la Somme, est couverte d'épais limons (7-8 m.) stratifiés horizontalement, sous lesquels apparaissent vers 100-101 m.<sup>1</sup>, des cailloutis éocènes épais de 3-4 m. Ce plateau se relie topographiquement à l'Ouest, avec celui de Pont-Noyelles, et à l'Est avec un autre plateau qui s'étend sur près de 9 km. depuis le bois de Blangy et Cachy, jusqu'au voisinage de Warfusée-Abancourt, en se maintenant à des cotes très voisines de 103<sup>2</sup>.

1. Cotes rectifiées.

2. Cote 103 au Sud du Petit Blangy et entre Warfusée et Villers-Bretonneux (cotes rectifiées). La butte éocène de Lihons est un témoin de la plateforme d'abrasion ; son altitude, abstraction faite des limons, est de 101-105.

Au Sud de la Luce, s'étend jusqu'à Méry, un immense plateau, dont l'altitude pendant plus de 30 km. se maintient au voisinage de 100 m., du moins sur les bords.

*Région en aval de Pont-Rémy.* — A Pont-Rémy, les collines qui bordent les deux rives de la Somme, s'abaissent plus ou moins rapidement jusqu'à une altitude voisine de 60 m. ; mais, en se dirigeant à l'Ouest vers Ault, et au Nord vers la Canche, on retrouve une succession presque continue de vastes plateformes de 100 m. environ, inclinées vers la mer, et disposées suivant une courbe dont la concavité est tournée vers l'Ouest. On a l'impression très nette que ces plateformes, à une époque où le niveau de la mer était voisin de 100 m. devaient former les bords d'un golfe qui pénétrait à plus de 35 km. dans l'intérieur des terres.

J'indique brièvement les plus remarquables :

Sur la *rive gauche* de la Somme : plateau de Bellevue au Sud de Bray-lès-Mareuil (96-103 m.) ; plateau au Sud-Ouest de Villers-lès-Mareuil (100-106 m.) ; plateau au Sud et à l'Est de Moyenneville (99-101 m.) ; plateaux au Sud de Rogean (100-105 m.) et à l'Est d'Acheu (103-104 m.) ; plateaux de Feuquières et de Fressenneville (100-103 m.) ; plateaux de Fréville, de Tully, de Béthencourt et d'Allenay (100-107 m.), plateau au Sud d'Ault (100-106 m.) bordant la mer jusqu'à Mers où il se termine à la cote 105.

Sur la *rive droite*, plateaux de Vauchelles (95-100 m.), de Maison Ponthieu (100 m.), de Gueschart (100 m.), de Capelle (98 m.), de Saint-Rémy-aux-Bois (100 m.).

*Vallées du Thérain et de la Troësne.* — J'ai observé des plateformes très nettes à l'altitude de 100 m. dans la vallée du Thérain à l'Est de Beauvais (plateaux de Tilloy et de Remérangles), et dans celle de la Troësne près d'Amblainville. Dans cette dernière, le grand plateau de 96-106 m. qui s'étend au Sud de Villeneuve-le-Roy a été formé aux dépens des Sables de Bracheux et de l'Argile plastique<sup>1</sup>.

2° Mais, un argument plus décisif peut être tiré de ce fait qu'en dehors du bassin de la Somme il existe sur un grand nombre de points des côtes de la Manche et de l'Atlantique des gradins très nets, présentant l'aspect et les caractères de plateformes littorales et qui semblent avoir été créés à une époque où la mer atteignait une altitude de 100 m. environ. Je citerai d'abord ceux que j'ai moi-même observés.

*Calais :* Au Sud de Sangatte, les pentes qui descendent des Noires Mottes vers l'Est, sont brusquement interrompues par une vaste plateforme dont le point le plus élevé est à la cote 100<sup>2</sup>. On y trouve de nombreux galets roulés de silex et des débris de grès ferrugineux semblables à ceux des sommets ;

1. Les altitudes du quart NW de Beauvais doivent être augmentées de 5 m.

2. Point 104 de la carte, cote rectifiée.

*Entre le Tréport et le cap de la Hève*, on observe sur un grand nombre de points, au-dessus des falaises escarpées, et à des altitudes voisines de 100 m., de vastes plateformes, couvertes par places de silex très roulés (le Tréport, Dieppe) ; ces silex qui apparaissent à des altitudes variables (Phare d'Ailly) montent jusqu'au bord supérieur des plateformes ;

*Cap de la Hève* : Vaste plateforme de 100-105 m., couverte près de la falaise par des sables renfermant de petits graviers de quartz blanc très roulés ;

*Cherbourg* : Grandes plateformes en pente douce, limitées vers la mer par des pentes abruptes (plateforme des Capelains 1100 m. de longueur entre les cotes 95 et 100, créée aux dépens du Silurien dont les débris sont accumulés par places, — plateformes de Nacqueville 95-106 m. et de Nicolle 91-100 m., créées toutes deux aux dépens des schistes de Saint-Lô, — plateau de Fritot) ;

*Coutances* : plateformes de 105 m. au NW et au NE ;

*Sartilly* : plateau de 105 m. ;

*Avranches* : plateau de 103-104 m. ;

*Baie de St-Brieuc* : plateformes à l'Ouest de St-Alban 104 m., au Nord de Morieux 104 m., au SE de St-Brieuc, près de Langueux 104 m. ;

*Brest* : plateau du fort de Portzic à 99 m. ;

*Lorient* : vaste plateforme de Plouay (98-107) butant contre les falaises qui s'élèvent à 140-150 m. ;

*Vannes* : plateforme de 100 m. dans les landes de Lanvaux et vers Larrey.

Sur la rive gauche de la Loire M. Chaput a constaté que les plateaux de 100 m. présentaient un grand développement, notamment dans le bocage vendéen. Enfin, j'ai moi-même fait quelques observations dans le bassin de la Charente et plus au Sud, qui tendraient à montrer que les mêmes formes de terrain existent dans toute la région côtière jusqu'à la Garonne, et peut-être jusqu'aux Pyrénées.

Les faits exposés ci-dessus sont suffisamment précis et concordants pour autoriser à admettre comme certaine l'existence sur les côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique d'une ancienne ligne de Rivage de 100 m. environ. C'est la mer contemporaine de ce niveau qui a envahi le bassin de la Somme et les bassins voisins, et y a créé la topographie que l'on y observe aujourd'hui. Les replats de 100 m. qui bordent les vallées actuelles sont les débris d'anciennes plateformes littorales, dont la partie supérieure a été, à la même époque, transformée en plaines côtières par les apports des cours d'eau et des vents.

IV. — **Résumé et conclusions générales.**1° *Résumé des faits constatés.*

a) Il existe dans la vallée de la Somme, à l'aval de Corbie, des traces de trois anciennes nappes alluviales, sensiblement parallèles entre elles, et à la Vieille Somme ; leur profil est un profil d'équilibre, dont la pente moyenne est de 0 032 % environ.

Ce sont les nappes de Montières, de Saint-Acheul et de la Ferme de Grâce, dont les altitudes sont respectivement de 11-13 m., 29-31 m., 50-52 m. au-dessus de la Vieille Somme, et de 17-19 m., 35-37 m., 55,5-57,5 m., au-dessus de la Somme Primitive.

b) Les altitudes des lignes de Rivage correspondant à la période finale de la formation de ces trois nappes peuvent être fixées approximativement à 18-19 m. pour celle de Montières, à 32-33 m. pour celle de Saint-Acheul, à 55-60 m. et probablement 57-58 pour celle de la Ferme de Grâce.

c) L'existence sur les côtes de la Manche et de l'Océan atlantique de lignes de Rivage d'altitudes identiques, est prouvée par un grand nombre de faits.

d) L'embouchure du fleuve a subi des déplacements considérables depuis la formation de la nappe de la Ferme de Grâce ; à cette époque, elle devait se trouver entre Long et Pont-Rémy ; elle s'est avancée au moins jusqu'à Saint-Valéry à l'époque de Saint-Acheul, puis est revenue entre Long et Pont-Rémy à l'époque de Montières. Pendant la phase négative qui a suivi, elle est descendue à 30-34 m. en dessous du niveau de la mer, sur la verticale du Hourdel ; puis elle est remontée jusqu'au voisinage de Pont-Rémy à une époque où la mer avait à peu près atteint son niveau actuel, pour revenir finalement au Hourdel.

e) L'épaisseur de la nappe de Montières, s'élevait à Montières même, à 10 m. au moins, et a dû atteindre 20-25 m. à Abbeville ; celle de Saint-Acheul, a dépassé 23 m. à Montières, et s'est probablement élevée à 30 m. près d'Abbeville ; celle de la Ferme de Grâce atteignait 20 m. au moins près de Saint-Acheul, et devait être notablement plus forte.

En ce qui concerne la nappe actuelle, il paraît hors de doute que son épaisseur, très faible entre Corbie et Belloy (3-4 m.) s'accroît rapidement à partir de Long, et qu'elle atteint, en y comprenant les dépôts marins, 30-34 m. sur la verticale du Hourdel, qui correspond à peu près à l'embouchure finale.

Cette grande épaisseur des nappes est une preuve qu'elles se

sont accumulées sous l'influence de mouvements positifs du niveau de base, c'est-à-dire de la ligne de Rivage.

D'autre part, la nappe actuelle est emboîtée près de l'embouchure, dans celle de Montières, qui elle-même est emboîtée dans celle de Saint-Acheul. L'emboîtement de cette dernière dans la nappe de la Ferme de Grâce est seulement probable. Il semble dès lors évident, que la formation de la nappe de Saint-Acheul, a dû être précédée d'un creusement qui, à Montières, a dépassé 40 m. et a été suivi d'un remblai de près de 30 m. à Abbeville. Celle de la nappe de Montières a été précédée d'un creusement de 28 m. à Montières même, et le remblai qui a suivi a dépassé 23 m. à Abbeville. Celle de la nappe actuelle a été précédée d'un creusement de près de 50 m. au voisinage de l'embouchure, et le remblai y dépasse actuellement trente mètres.

Étant donnée la composition de cette dernière nappe, il ne peut y avoir aucun doute que ces deux phénomènes ont été provoqués par un déplacement vertical, d'abord négatif, puis positif, de la ligne de Rivage, et, pour la même raison, le remblai qui a donné naissance à la nappe de Montières a dû être provoqué par un mouvement positif.

De cet ensemble de faits, on peut légitimement conclure, que la formation de chacune des nappes de Saint-Acheul, de Montières, et de la Vieille Somme, est le résultat d'une double oscillation de la ligne de Rivage, d'abord négative, puis positive d'amplitude moindre.

On verra dans le prochain paragraphe que la formation de la nappe de la Ferme de Grâce a été également précédée par un mouvement négatif qui a abaissé la ligne de Rivage de l'altitude de 100 m. environ, à une cote voisine de 30, et que ce mouvement a été suivi d'un mouvement positif d'une trentaine de mètres.

Les trois anciennes nappes de la Somme et la nappe actuelle doivent donc être considérées comme des nappes *Principales*.

f) L'extrême lenteur du mouvement positif qui a donné naissance à la nappe actuelle est nettement prouvée par les intercalations de tourbes et de tufs que l'on observe à diverses altitudes au voisinage de l'embouchure.

g) Au-dessus de la nappe de la Ferme de Grâce, on trouve sur les deux rives de la Somme, une série de replats dont les altitudes sont sensiblement constantes et très voisines de 103 m. La formation de ces replats ne peut s'expliquer qu'en faisant intervenir une abrasion marine produite par une mer de cette altitude.

L'existence d'une ligne de Rivage de 103 m. peut d'ailleurs être considérée comme à peu près certaine sur les côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique.

2° Comparaison de ces résultats avec ceux trouvés dans d'autres régions.

En rapprochant les résultats obtenus dans les vallées de la Somme, de la Loire <sup>1</sup>, du Rhône <sup>2</sup>, du Danube <sup>3</sup> et de l'Isse <sup>4</sup>, de ceux déduits de l'étude des lignes de Rivage de l'Afrique du Nord <sup>5</sup>, on obtient le tableau ci-dessous :

SOMME		LOIRE	RHONE	ALGERIE		DANUBE
Altitudes des nappes alluviales au-dessus de l'embouchure correspondante	Altitudes des lignes de Rivage.	Altitudes des nappes alluviales au voisinage de l'embouchure.	Altitudes des nappes alluviales à Valence au-dessus des graviers du lit majeur.	Altitudes des terrasses de l'Isse près de l'embouchure	Altitudes des lignes de Rivage	Terrasses de la Vallée du Sereth
18-19 m. (Montières)	18-19 m.	15-20 m.	18-19 m.	15-16 m.	18 m.	16-17 m.
32-33 m. (St-Acheul)	32-33	33 m.	31-32	28-30	31	33,5
57 m. (Ferme de Grâce)	57	55-60	56-57	55-57	60	55
"	103	"	101	98-100	103	101

Avant de tirer des conclusions de ce tableau, quelques observations préalables sont nécessaires :

a) Les altitudes des terrasses de la Loire étant rapportées à l'étiage, j'ai diminué de 2 m. celle indiquée pour la terrasse de 35 m., pour les raisons indiquées plus haut à l'occasion de la nappe de St-Acheul. Cette réduction était évidemment inutile pour les autres terrasses, dont les altitudes sont comprises dans les limites assez larges.

b) Pour le Rhône, j'ai montré dans mes notes antérieures que les terrasses étaient parallèles jusqu'à l'embouchure, et les recherches

1. CHAPUT. *Ouvrage cité.*

2. DE LAMOTHE. Les Terrasses de la vallée du Rhône en aval de Lyon. *C. R.*, 14 mai 1906. — Les anciennes nappes alluviales et les terrasses du Rhône et de l'Isère dans la région de Valence. *B. S. G. F.*, (4), XV.

3. SEVASTOS. Les terrasses de la vallée du Sereth. *B. S. G. F.*, (4), III, 1903. — SCHAFFER. *Geologie von Wien.* 2 und 3 Theil, 1906, p. 204.

4. DE LAMOTHE. Note sur les anciennes plages et terrasses du bassin de l'Isse. *B. S. G. F.*, (3), XXVII. — Etude comparée des systèmes de terrasses des vallées de l'Isse, de la Moselle, du Rhin et du Rhône. *B. S. G. F.*, (4), I, 1901.

5. DE LAMOTHE. Les anciennes lignes de Rivage du Sahel d'Alger. *Mémoires de la S. G. F.*, (4), I, 1911.

que j'ai faites en 1917 entre Avignon et la mer m'ont montré que la nappe de 140-150 m. se maintenait en réalité à une altitude de 148 m. environ au-dessus *des graviers du lit majeur* jusqu'au Sud de Générac.

c) En Algérie, les altitudes des terrasses de l'Isser sont celles que j'ai admises en 1901 ; celle qui se rapporte au niveau de 100 m. a été corrigée de la quantité correspondant au déplacement négatif horizontal du niveau de base. On ne perdra pas de vue que les altitudes trouvées dans la vallée de l'Isser n'ont pas le même degré de précision que celles des lignes de Rivage. Ces dernières sont basées sur les levés à grande échelle, tandis que les premières ont été déterminées au moyen du baromètre et des cartes à 1/50.000 dont la valeur est médiocre, dans une région où, en outre, les repères de nivellement font défaut presque complètement.

d) Pour le bassin du Danube, je me suis borné à citer les observations de Sevastos dans la vallée du Sereth, et j'ai laissé de côté celles de Schaffer dans les environs de Vienne, en raison de la grande distance qui sépare cette ville de l'embouchure du fleuve. Je rappellerai seulement qu'il existe à Vienne même trois niveaux aux altitudes de 15-16 m., 55 m., 100 m.

e) Enfin, je n'ai pas cru devoir utiliser ici les résultats de mes recherches dans les vallées du Rhin et de la Moselle, bien qu'elles aient été le point de départ de ma théorie des oscillations eustatiques de la ligne de Rivage, en raison de leur éloignement du niveau de base. Je me bornerai à rappeler qu'il existe dans la région de Bâle, une série de niveaux de terrasses, identique à celle du Rhône, et dont les altitudes sont définies par les nombres 15-20 m., 31 m., 58-60 m., 99-100 m., 130-150 m.

Il est impossible en examinant le tableau ci-dessus de ne pas être frappé de l'extraordinaire concordance qui existe, d'une part entre les systèmes de terrasses de la Somme, de la Loire, du Rhône, du Danube et de l'Isser, d'autre part entre les lignes de Rivage de la côte algérienne et celles de la Manche et de l'Atlantique. Les différences très légères que l'on constate entre les nombres d'une même ligne horizontale, rentrent dans les limites des écarts admissibles, étant données l'insuffisance de la cartographie, la difficulté d'obtenir des déterminations altimétriques rigoureuses et une certaine indécision au sujet de la position exacte des niveaux de base. Il est évident d'ailleurs, que l'on doit attacher moins d'importance à la concordance absolue de ces nombres, qui ne peut être que l'effet du hasard, qu'à la similitude, dans leur ensemble, des séries numériques qui définissent la succession des nappes alluviales et des lignes de Rivage.

Cette similitude d'ailleurs, n'est pas limitée aux altitudes ; elle se manifeste aussi dans les détails. Dans la Somme, la formation



de la nappe actuelle et des deux nappes antérieures, apparaît comme la conséquence nécessaire d'oscillations alternativement positives et négatives de la ligne de Rivage ; on y constate en outre, que l'amplitude du mouvement positif qui a déterminé la formation de la nappe de Saint-Acheul, est à très peu près la même que celle constatée en Algérie. Dans la Somme, la Loire et le Rhône, l'établissement du niveau actuel a été, comme en Algérie, précédé par un mouvement négatif qui a abaissé la ligne de Rivage en dessous de ce niveau<sup>1</sup>.

De pareilles coïncidences constatées dans des régions aussi éloignées, ne peuvent être évidemment attribuées au hasard, et l'on est en droit d'en conclure que pendant le Post-Pliocène, et tout au moins à partir d'un niveau de la mer voisin de 103 m., l'abaissement de la ligne de Rivage s'est effectué dans la Manche et dans l'Atlantique, comme dans la Méditerranée et la mer Noire, par une succession de mouvements négatifs probablement très rapides, d'amplitudes décroissantes, séparés par des mouvements positifs extrêmement lents, d'amplitudes moindres ; le rythme de ces oscillations a dû nécessairement être le même au voisinage de l'embouchure. Ce sont ces oscillations, qui ont présidé à l'évolution topographique des vallées : les mouvements négatifs successifs ont provoqué leur creusement, tandis que les mouvements positifs qui leur ont succédé, ont déterminé la formation des nappes alluviales *principales*.

Cette manifestation dans l'Atlantique d'oscillations de la ligne de Rivage identiques à celles constatées en Algérie, démontre une fois de plus que ces oscillations ne peuvent être attribuées qu'à des mouvements généraux de la mer (mouvements *eustatiques*) dus vraisemblablement pour les mouvements négatifs à des effondrements brusques de la croûte terrestre dans la région recouverte par la mer, et pour les mouvements positifs, à un relèvement extrêmement lent du niveau des Océans sous l'influence des apports continentaux<sup>2</sup>.

A l'appui de cette conclusion, j'espère pouvoir montrer bientôt, en m'appuyant en partie sur des observations personnelles, que des phénomènes identiques à ceux constatés en Europe, se sont manifestés sur les côtes américaines de l'Atlantique et du Pacifique.

1. Voir, dans mon mémoire précité, le diagramme de la page 226.

2. Voir ma note sur le déplacement de la ligne de Rivage le long des côtes algériennes. *B. S. G. F.*, (4), XII.

3° *Existence probable dans la Manche, antérieurement au niveau de 103 m., de lignes de Rivage de mêmes altitudes que celles observées sur la côte algérienne.*

La concordance entre les lignes de Rivage de la Méditerranée occidentale et celles de la Manche et de l'Atlantique, ne paraît pas limitée à la partie de la période post-pliocène qui a commencé avec le niveau de 103 m. J'ai relevé quelques faits qui semblent indiquer qu'elle s'est manifestée dès le niveau de 148 m., et peut-être dès celui de 204 m. Je vais les exposer brièvement.

Près de Calais, M. Briquet<sup>1</sup> a signalé des traces d'une ligne de Rivage de 140-150 m. aux Noires Mottes ; j'ai eu l'occasion de les examiner et l'interprétation de notre confrère ne me paraît pouvoir soulever aucun doute.

A Cherbourg, il existe une grande plateforme d'abrasion de 150-155 m. d'altitude entre Nacqueville et Sainte-Croix Hague et on en trouve plusieurs autres dans le voisinage immédiat de la ville, notamment au Sud près de Nouainville (150 m.) et au Sud-Est près de la Glacière (145-155 m.). Les levés à grande échelle mettent également en évidence l'existence de plateformes d'abrasion de 145-155 m. le long de la côte ouest du Cotentin.

A Vannes, le camp de Meuçon est installé sur un vaste plateau en pente légère vers l'Ouest, qui s'élève à 140-150 m., et sur lequel j'ai trouvé d'assez nombreux galets très roulés.

Il est à remarquer qu'à Cherbourg et à Vannes notamment, les plateformes littorales des divers niveaux étudiés dans ce mémoire, sont souvent superposées les unes au-dessus des autres, et se succèdent dans un même profil vertical comme les marches d'un escalier de géants ; c'est d'ailleurs un fait général, qui met bien en évidence l'indépendance des niveaux.

Dans la vallée de la Somme les faits sont peu nets, surtout dans la région sud, en raison de la faiblesse de la pente générale des plateaux et de l'intervalle qui sépare les horizontales de 150 et de 105 m. Cependant au Nord d'Amiens, en suivant la route de Doullens, on constate que la plateforme de 103 m. vient buter contre des pentes assez rapides qui conduisent à de vastes

1. BRIQUET, ouv. cité. Il y a lieu de remarquer que les cotes de la carte ne sont pas exactes, le sommet coté 143 est en réalité à la cote 150 et il en est de même des deux sommets situés au NE.

plateaux en pente douce vers le Sud ; ils commencent vers 130 et l'altitude de leur bord supérieur atteint 145-155 m. ; quelques îlots plus élevés de quelques mètres se dressent çà et là sur leur surface. A Beauquesne, à l'Ouest du cimetière, vers l'altitude de 148<sup>1</sup> qui est, à très peu près, celle de la partie supérieure du plateau, se trouve une gravière remarquable ouverte dans un cailloutis de silex de la craie, dont l'épaisseur paraît atteindre 2 m. Les silex sont souvent très usés et parfois sans lien entre eux ; ils paraissent assez frais ; sur un point ils alternent avec des limons ; l'aspect évoque l'idée d'un cordon littoral formé dans un chenal étroit où l'action du ressac devait être relativement faible, et où par conséquent le transport des matériaux n'a pas pu être très considérable. A ce point de vue il y a une différence marquée entre ce dépôt et le cordon littoral du Hourdel.

Dans la vallée du Thérain, au NE de Beauvais, la plateforme de 103 m. se termine vers le Nord à des pentes qui donnent accès sur un plateau dont le bord supérieur est à 145-150 m. et qui est lui-même dominé par les hauteurs de Francastel et de Maisoncelle, comprises entre 180 et 190 mètres.

Au Sud-Est de Beauvais, la plateforme de 140-150 est bien marquée. Dans la Forêt de Hez et au Mont de César, elle a été créée aux dépens du Calcaire grossier ; sur les hauteurs de Matencourt et d'Hodenc-l'Evêque, c'est la craie qui a été abrasée.

En descendant du bois de Mollé vers le Sud, on rencontre successivement : près de Rissons, un replat crétacé très net à la cote 202 ; à Fresneaux et à Bachivillers, des traces d'une plateforme de 140-150 formée aux dépens des Sables de Bracheux ; enfin, la vaste plateforme de Villeneuve-le-Roy (101-104 m.) constituée par les mêmes sables et qui s'étend jusqu'au-dessus d'Amblainville.

Bien que ces faits soient trop peu nombreux pour donner la certitude que le synchronisme des oscillations de la ligne de Rivage dans l'Océan Atlantique et dans la Méditerranée a commencé à se manifester antérieurement au niveau de 103 m., ils autorisent cependant à considérer ce synchronisme comme très probable, au moins à partir du niveau de 148 mètres.

Pour les niveaux plus anciens, il convient d'attendre que des faits précis aient été fournis par l'étude topographique de régions où l'altitude s'élève notablement au-dessus de 300 mètres.

1. Les cotes de la région de Beauquesne doivent être relevées de 6 mètres.

#### 4° Examen de quelques objections.

##### A. Existence supposée d'une ligne de Rivage intermédiaire entre celle de 18 m. et le niveau actuel.

Plusieurs géologues se basant sur l'existence le long des côtes de la Manche et de l'Atlantique de dépôts littoraux situés à des altitudes comprises entre 0 et 20 m., ont cru pouvoir en conclure qu'après le niveau de 18-20 m., la mer s'était abaissée d'abord à 14 m. environ, puis ensuite à 5 m. Cette hypothèse soulève des objections qui me paraissent de nature à la faire écarter.

Il est impossible, en effet, de déduire de l'altitude d'une plateforme littorale isolée celle de la mer qui l'a créée.

Les plateformes d'abrasion actuelles, qui sont, en général, inclinées vers la mer avec des pentes qui peuvent dépasser 5 %<sup>1</sup>, ne commencent pas nécessairement au rivage même. Suivant la nature du terrain et la topographie de la côte, elles peuvent s'étendre jusqu'à la limite des hautes mers et se lier à des plaines côtières créées soit par une abrasion antérieure, soit par les agents subaériens, ou avoir leur origine très en-dessous du rivage (plusieurs dizaines de mètres). Sur toutes ces plateformes se déposent des sédiments marins.

Or, la formation de semblables plateformes a dû avoir lieu pendant toute la durée des mouvements positifs très lents qui ont, comme je l'ai démontré, interrompu les mouvements négatifs successifs, et, par conséquent, il doit en exister théoriquement à toutes les altitudes comprises entre le minimum négatif et le maximum positif. Sans doute, la plus grande partie d'entre elles a été détruite au fur et à mesure de l'ascension de la mer, mais un certain nombre ont pu subsister sur les points où la direction de l'attaque s'est modifiée. Le mouvement négatif suivant a dû dès lors faire apparaître le long de la côte, des plateformes d'altitudes très différentes, le plus souvent isolées, mais qui, dans quelques cas, peuvent se trouver superposées dans un même profil vertical. Pendant l'ascension de la mer, les dépôts marins qui les recouvraient ont été détruits en partie, et ceux qui subsistent peuvent, par suite, se trouver sur des points quelconques de la surface des plateformes.

On a parfois invoqué la présence de Mollusques littoraux dans les dépôts émergés, comme une preuve que ces dépôts s'étaient

1. Voir mon mémoire de 1911 sur les lignes de Rivage, p. 14.

nécessairement formés sur le rivage même. Mais cette déduction n'est nullement justifiée. Les dépôts qui s'accumulent sur les plateformes littorales peuvent normalement, et *quelle que soit leur profondeur*, renfermer des coquilles littorales. Un grand nombre des espèces dites littorales ont une distribution bathymétrique considérable, et elles ont pu, d'ailleurs, après leur mort, être entraînées très en-dessous du rivage, soit par le flot, soit par des Pagures.

Pour montrer avec quelle prudence il convient de raisonner dans cet ordre d'idées, je rappellerai que dans la presqu'île de Monastir les dépôts littoraux de la plateforme de Djama Kortil qui appartiennent au niveau de 32 m., affleurent à des altitudes comprises entre 31 et 16 m., et que ceux du niveau de 18 m. se montrent sur le pourtour de la presqu'île à des altitudes qui varient de 1 à 19 m. <sup>1</sup>.

En résumé, il n'y a aucune corrélation *nécessaire* entre l'altitude d'une plateforme ou d'un dépôt marin et celle de la mer dans laquelle ils se sont formés.

J'ajouterai que les seules lignes de Rivage qui puissent être définies, sont celles qui correspondent à la fin des mouvements positifs, et dont l'existence est prouvée non seulement par la topographie littorale mais aussi, et *surtout*, par l'existence au voisinage de l'embouchure des grandes vallées de terrasses *principales* représentant les débris des nappes alluviales correspondantes. Or, jusqu'à présent, on n'a jamais constaté dans les vallées tributaires de la Méditerranée ou de l'Atlantique européen de traces de nappes *principales*, à des altitudes intermédiaires entre 18 m. et le niveau actuel.

Comme conclusion de cette discussion, je crois que les dépôts observés à 5 et à 14 m., doivent être rattachés à la ligne de Rivage de 18 m.; il n'est pas douteux d'ailleurs qu'ils ont pu être formés à un moment quelconque de l'ascension de la mer et que les moins élevés ne sont pas nécessairement les plus anciens.

### B. Absence de débris d'origine marine sur les anciennes plateformes littorales.

L'absence de fossiles marins sur la plupart des plateformes littorales qui ont été signalées dans ce mémoire et la rareté, sur un grand nombre d'entre elles, d'éléments détritiques pré-

1. DE LAMOTHE. Les dépôts pléistocènes à *Strombus bubonius* de la presqu'île de Monastir. *B. S. G. F.*, (4), V, p. 537, 1905.

sentant les caractères des graviers de plage, ne peuvent être considérées comme des arguments défavorables à l'hypothèse de l'origine marine de ces plateformes.

Les dépôts nettement littoraux, à l'exception de ceux qui se forment dans des fiords profonds et abrités, n'ont en général qu'une faible épaisseur, et une extension limitée vers la haute mer. Lorsqu'ils sont restés meubles, les agents de la dénudation, dès leur émerision, les attaquent et les détruisent plus ou moins complètement. L'action de ces agents est particulièrement énergique sur les dépôts situés dans l'intérieur des baies où débouchent des cours d'eau ; elle l'est également sur ceux qui occupent des plateformes saillantes, étroites et en pente vers la mer. On conçoit, dès lors, que les débris organiques qu'ils renferment doivent rapidement disparaître sous l'influence combinée des variations de température, des pluies et de la végétation, et que les éléments détritiques peu volumineux soient peu à peu dispersés et entraînés sur les pentes.

La cimentation des dépôts retarderait évidemment leur destruction. Mais cette cimentation dont j'ai indiqué les causes<sup>1</sup> peut être considérée comme exceptionnelle sur les côtes atlantiques occidentales, surtout pour les dépôts situés sur les parties saillantes de la côte. J'ajouterai qu'en Algérie où les circonstances sont cependant particulièrement favorables à la cimentation sous-marine ou subaérienne des dépôts, ceux des niveaux les plus anciens sont très rares et le plus souvent privés de leurs éléments organiques.

On ne doit donc pas s'étonner que sur les côtes atlantiques occidentales ces derniers fassent généralement défaut à partir de la ligne de Rivage de 18 m., et que sur les plateformes les plus anciennes les matériaux détritiques soient localisés sur quelques points où, par suite de circonstances favorables, ils ont pu résister à l'action des courants marins avant leur émerision, et ensuite à celle des agents subaériens.

Je ferai remarquer, à cette occasion, que la présence sur les plateformes littorales de galets façonnés par la mer, est subordonnée à la puissance de son action, qui, elle-même dépend de la topographie côtière et de la direction des vents et courants.

Ces galets peuvent donc normalement, sur une même côte, faire défaut sur certaines plateformes et, au contraire, abonder sur d'autres. En Algérie, où le ressac est particulièrement violent, il n'est pas rare de trouver sur le rivage actuel, des

1. Mémoire de 1911 sur les lignes de Rivage de l'Algérie, p. 43 et suivantes.

graviers à *dragées* ou au moins très roulés, et à une faible distance des amas de graviers à peine usés. On s'explique, dès lors, qu'à l'époque du niveau de 103 m., la formation de vrais graviers de plage ait pu être très réduite sur un grand nombre de points du fiord étroit de la Somme, principalement sur la rive gauche.

5° *Diminution de la puissance d'affouillement et de transport de la Somme postérieurement à l'époque de Saint-Acheul.*

Le système des nappes alluviales de la Somme présente une particularité topographique qui mérite d'être signalée, en raison des conséquences que l'on peut en tirer au double point de vue de la théorie générale de la formation des vallées et de l'histoire de l'évolution de la Somme pendant les dernières phases du Post-Pliocène.

Je rappellerai d'abord les trois données fondamentales fournies par l'étude des anciennes nappes du Rhône et de l'Isser :

a) Au voisinage du niveau de base et jusqu'à une distance en amont qui dépend de l'étendue de la zone où le profil d'équilibre a pu être réalisé après chaque mouvement négatif et avant le commencement du remblai, l'épaisseur d'une même nappe *principale* demeure à peu près constante et égale à l'amplitude du mouvement positif; cette épaisseur *variable pour chaque niveau*, peut être évaluée en moyenne à une trentaine de mètres ;

b) Chacune des trois nappes alluviales inférieures, en comprenant dans ce nombre la nappe actuelle, est emboîtée dans la précédente <sup>1</sup> ;

c) La distance jusqu'à laquelle le profil d'équilibre a été réalisé, dépend de la topographie de la vallée au moment où l'oscillation de la ligne de Rivage s'est produite, de la nature du substratum, et de la puissance d'affouillement du cours d'eau qui est fonction du volume des eaux et de la pente <sup>2</sup>.

Dans la Somme, les épaisseurs des deux nappes les plus anciennes sont comparables à celles de l'Isser, étant donné d'ailleurs que les nombres qui les définissent sont des minima. Celles de la nappe de Montières et de la nappe actuelle, sont compa-

1. Voir au sujet du sens à attribuer à cette expression, ma note de 1901 sur les systèmes de terrasses de l'Isser, du Rhin, du Rhône et de la Moselle, p. 354 et 374, et ma note de 1915 sur les terrasses du Rhône et de l'Isère.

2. Dans la vallée du Rhône le profil d'équilibre semble avoir chaque fois été réalisé jusqu'au voisinage de Lyon, à plus de 350 km. de la mer; dans la vallée de l'Isser, il a certainement atteint Beni Amran qui est à 25 km. du rivage, et peut-être Thiers qui est à 50 km.

rables à l'embouchure, mais diminuent rapidement vers l'amont<sup>9</sup> et se réduisent respectivement à 10 et à 4 m. à Amiens ; il en résulte que l'emboîtement de la nappe de Montières dans celle de Saint-Acheul s'atténue notablement vers l'amont, et que celui de la nappe actuelle dans celle de Montières, cesse un peu en amont de Pont-Rémy. Enfin, le creusement qui a précédé l'époque actuelle a été très réduit en amont de l'embouchure : à Montières, il est de 25 m. inférieur à ce qu'il aurait dû être normalement ; celui qui a précédé la nappe de Montières, présente à Montières une diminution de plus de 15 mètres.

Bien que ces données soient très incomplètes, il semble que l'on puisse en conclure que les oscillations de la ligne de Rivage ont produit dans la Somme en aval de Longueau, et jusqu'à l'époque de Saint-Acheul inclusivement, des effets de creusement et de remblai comparables à ceux constatés dans la Méditerranée, mais que pendant les époques suivantes, ces effets ont été très réduits, sauf au voisinage immédiat du niveau de base.

Ce changement ne paraît pas pouvoir être attribué à une résistance plus grande du substratum, puisque le fond de la vallée est constitué exclusivement par une craie peu consistante ; on ne peut pas non plus faire intervenir un déplacement horizontal négatif du niveau de base. Dès lors, la seule explication possible consiste à admettre que le volume des eaux de la Somme et par conséquent sa puissance d'érosion et de transport a subi une notable réduction postérieurement à l'époque de Saint-Acheul.

Or, une observation déjà signalée plus haut, permet de considérer cette hypothèse comme certainé. En se basant sur des faits précis<sup>1</sup>, Commont a pu, en effet, établir que l'Oise était tributaire de la Somme à l'époque où se formaient les nappes de la Ferme de Grâce et de Saint-Acheul, et qu'elle a cessé de l'être aux époques suivantes. On conçoit, dès lors, que la Somme décapitée de l'Oise, n'ait plus possédé un volume d'eau suffisant pour creuser sa vallée, et réaliser rapidement son profil d'équilibre jusqu'à Amiens ; en outre, il est évident que par suite de la diminution de ce volume, la tourbe et les tufs ont pu prendre une extension plus considérable que pendant les époques antérieures, barrer la vallée et annihiler complètement la force érosive des eaux.

Quant à la cause de la décapitation de la Somme, elle apparaît comme une conséquence naturelle du grand mouvement négatif qui a suivi le niveau de Saint-Acheul et provoqué le creusement général des vallées au voisinage de la côte.

1. COMMONT. La Somme-Oise préquaternaire. C. R. Ac. Sc., 2 janvier 1917.



### 6° *Évolution du bassin de la Somme à partir du niveau de 103 mètres.*

En s'appuyant sur les données qui précèdent, on peut reconstituer dans ses grandes lignes la série des phénomènes qui se sont accomplis dans la vallée de la Somme, à partir du niveau de 103 mètres.

a) *Invasion marine de 103 m.* — Si l'on admet que la concordance des oscillations de la ligne de Rivage dans l'Océan et la Méditerranée a commencé à se manifester dès le niveau de 148 m., le mouvement négatif qui lui a succédé a dû abaisser le rivage à une cote voisine de 60. Le rivage se trouvait vraisemblablement très en aval d'Abbeville, et la plus grande partie du bassin de la Somme était émergée.

Le fleuve, dont l'Oise était peut-être déjà tributaire, a commencé à creuser le lit abandonné par la mer ; mais, pendant le mouvement positif, la mer en a repris possession, l'a élargi et approfondi, et a créé finalement sur les flancs du fiord ramifié qu'elle occupait, les plateformes littorales signalées plus haut ; elles correspondent à la fin du mouvement positif et ont été à cette époque partiellement transformées en plaines côtières et recouvertes par des limons.

b) *Niveau de 57-58 m. Nappe principale de la Ferme de Grâce.* — Un mouvement négatif ayant abaissé le niveau de la mer à une altitude voisine de 30 m., les fiords de la Somme ont été de nouveau évacués par la mer, et le fleuve, dont l'Oise était alors certainement tributaire, a recommencé à approfondir son lit ; le fond du lit régularisé a dû descendre à Amiens, à une cote voisine de 35 m. Pendant le mouvement positif qui a suivi, le lit a été remblayé, et le fleuve dont l'embouchure finale était très voisine de Pont-Rémy, a édifié la *nappe principale de la Ferme de Grâce*.

c) *Niveau de 32-33 m. Nappe Principale de Saint-Acheul.* — Un mouvement négatif ayant abaissé la ligne de Rivage à peu près au niveau actuel, le fleuve toujours renforcé par l'Oise, a creusé son lit en amont de la nouvelle embouchure, qui se trouvait probablement au Nord de Saint-Valéry. Le creusement, à Montières, est descendu au moins jusqu'à la cote 22. C'est pendant cette période que se sont formées les terrasses principales et secondaires qui représentent les témoins de la nappe précédente.

Pendant le mouvement positif qui a succédé, la vallée a été remblayée sur une trentaine de mètres, et la *nappe principale de Saint-Acheul* a pris naissance. L'embouchure à la fin du mouvement, se trouvait au voisinage immédiat de Saint-Valéry.

d) *Niveau de 18-19 m. Nappe Principale de Montières.* — Un mouvement négatif ayant abaissé la ligne de Rivage à une cote inférieure de 15 m. environ au niveau actuel, un nouveau creusement du lit a eu lieu; mais la Somme ayant été vers cette époque décapitée de l'Oise, l'amplitude du creusement a été très réduite, sauf au voisinage immédiat de l'embouchure. Le remblai qui a suivi et qui a donné naissance à la *nappe principale de Montières*, a été également très inférieur à celui qui aurait dû résulter de l'amplitude du mouvement. L'embouchure qui, à la fin du mouvement négatif, se trouvait probablement un peu au Nord de Saint-Valéry, a peu à peu rétrogradé vers le Sud, et devait se trouver au voisinage de Pont-Rémy, à la fin du mouvement positif. Il est probable que vers la fin du niveau de Montières, la basse vallée a été envahie par la tourbe.

e) *Niveau actuel. Nappe de la Vieille Somme.* — Un dernier mouvement négatif a abaissé la ligne de Rivage à 30-34 m. au moins en dessous du niveau actuel, et provoqué le creusement final de la vallée par le fleuve que j'ai appelé *Somme Négative*; l'embouchure initiale était à peu près sur la verticale du Hourdel. Le creusement a été encore plus restreint que pendant la période précédente, et ne paraît pas avoir dépassé 7-8 m. à Montières.

Le mouvement positif qui a suivi a déterminé le remblai de la vallée, qui s'est effectué dans les conditions exposées plus haut; la *Somme Négative* a été peu à peu remplacée par la *Somme Primitive*, puis par la *Vieille Somme*; le lit a été envahi par la tourbe et les tufs. L'embouchure qui, à l'époque de la *Somme Primitive*, était près de Pont-Rémy, s'est avancée jusqu'à Saint-Valéry. Un affaissement général de 2 m. environ du lit tourbeux, s'est produit postérieurement à l'époque gallo-romaine.

Je terminerai par une dernière observation. La profondeur du seuil du Pas-de-Calais qui est de 30 m. environ, a été certainement moindre autrefois. Il n'est donc pas douteux qu'après le mouvement négatif qui a précédé l'époque actuelle, l'Angleterre et la France ont été pendant un certain temps en communication. Il est très probable qu'il en a été de même après les mouvements négatifs qui ont précédé l'époque de Montières, et celle de St-Acheul.

## RECHERCHES SUR LA TECTONIQUE DE L'AFRIQUE OCCIDENTALE

PAR **R. Chudeau**<sup>1</sup>

**SOMMAIRE.** — 1° Données hypsométriques ; 2° Les Saharides ; 3° Les plissements hercyniens au Sud du Tidikelt ; 4° Les plissements hercyniens au Nord du Tidikelt ; 5° Relations avec l'Afrique orientale ; 6° Les mouvements tectoniques contemporains ; 7° Répartition des terrains anciens dans le Sahara occidental ; 8° Bibliographie.

Les phénomènes tectoniques dont l'Afrique occidentale a été le théâtre, ont déjà fait l'objet d'assez nombreuses remarques disséminées dans de multiples notes ; il semble utile de tenter une synthèse provisoire de ces documents épars, en laissant de côté tout ce qui a trait aux plissements tertiaires de l'Afrique mineure.

Malgré bien des lacunes, quelques faits intéressants semblent se dégager de cette étude ; quelques questions se posent avec netteté.

### 1° DONNÉES HYSOMÉTRIQUES.

On sait, depuis Nachtigal, que le Tibesti est un massif élevé (2200 m.) ; on y connaît maintenant des sommets de plus de 3000 m. [64]<sup>2</sup> ; au NW, le mont Tummo atteint 800 m. ; le Tassili des Ajjer dépasse 1500 et, sur l'Ahaggar, qui est comparable au Plateau central français, les reliefs volcaniques, l'Illamane, le Tahat ont plus de 3000 m. Albert de Lapparent voyait dans cette suite de massifs élevés un des traits les plus marquants du Sahara [60, p. 559] ; Haug remarque que la surélévation, transversale aux plis, qui a donné naissance au massif de l'Ahaggar et qui l'a démantelé de sa couverture de grès dévoniens<sup>3</sup>, est exactement dans le prolongement de l'axe orographique du Tibesti [30, p. 828].

Il convient de modifier légèrement cette conception : la ligne qui limite les hauts reliefs du Sahara est définie par les flancs NE du Tibesti et du Tassili des Ajjer ; cette ligne presque droite

1. Note présentée à la séance du 21 janvier 1918.

2. Les numéros entre crochets renvoient à la Bibliographie qui termine la note.

3. Je croirais plutôt que l'Ahaggar était émergé à l'époque dévonienne.

s'étend sur une longueur de 2 000 km., de l'oued Igharghar à l'Ennedi. Sa signification tectonique est inconnue ; elle a certainement été l'objet de mouvements récents ; les volcans sont nombreux dans tous ces hauts massifs ; quelques-uns sont anciens (Miocène ?) ; d'autres sont d'hier ; certaines coulées de laves sont à peine entamées par l'érosion et l'on connaît des sources thermales : Soboroum, dans le Tibesti, à 70° [2] ; Tafadek, dans l'Air, 48° [10, p. 264] ; oued Mihero, dans le Tassili des Ajjer, 37° ; et dans le Mouïdir, Idjeran, 38°<sup>1</sup> et Djoghraf, 48° [35, p. 320].

A partir de l'Igharghar, ce faite du Sahara prend une direction N-S et se poursuit de l'Ahaggar jusqu'à l'Algérie ; il est marqué par l'Ifetessen (1 500 m., Mouïdir), par le plateau créacé qui, d'El Goleah au Mzab, s'étend entre les deux dépressions occupées par l'Erg oriental et l'Erg occidental, et par les hauts plateaux miocènes de Médéah qui par leur altitude contrastent nettement avec les niveaux très bas qu'occupent, dans la vallée du Chélif à l'Ouest et dans celle de l'oued Soumane à l'Est, des dépôts du même âge [28, p. 777 ; 35, p. 299].

Au Sud-Ouest de l'Ahaggar se trouve le massif de l'Adrar des Iforas qui mesure 250 km., du Nord au Sud, autant de l'Est à l'Ouest ; c'est essentiellement une pénéplaine cristalline où les vallées sont à 600 ou 700 m. d'altitude ; sa pente générale est vers l'Ouest, mais à sa frontière occidentale une suite de massifs granitiques élevés (1 000 m.) le séparent nettement de la vallée du Tilemsi et lui font une limite nette ; par ses autres faces, il se raccorde plus doucement avec les pénéplaines voisines. Les oueds qui le traversent de l'Est à l'Ouest ont d'abord un cours tranquille, indiquant la maturité du réseau ; ils franchissent la chaîne granitique occidentale par des défilés étroits et des rapides, preuve de changements récents dans le relief du sol [10, p. 48 ; 21].

Vers le 6° Lg. E, l'Air a une structure plus complexe ; outre les schistes cristallins et le granite, on y trouve des volcans et de nombreuses coulées de laves. L'Air est beaucoup plus large de l'Est à l'Ouest que ne l'indiquent les anciennes cartes ; il a en gros la forme d'un triangle dont le côté le plus long (300 km.) est N-S ; le troisième sommet est vers l'Est, à environ 150 km. de la base [22], de sorte que le caractère méridien de l'Air [76, III, p. 681 et 989] est peu net. Les pénéplaines ont une altitude voisine de 800 m. dans le centre de l'Air (Assodé, Aoudèras) ; de 500 m., à la périphérie ; plusieurs sommets atteignent 1 400 à 1 500 m. et l'on attribue 1 700 m. au mont Timgué, dans le Nord de

1. 50°, d'après la carte d'In Salah [75] ; l'Idjeran fait suite au Sud au djebel Azaz

l'Aïr, à l'Est d'Iférouane [10, p. 56]. L'Aïr est à revoir en détail, au point de vue géologique surtout.

Beaucoup plus à l'Ouest, entre l'Erg Igidi et l'Erg Chach, le massif de dômes granitiques d'el Eglab (26° L. N, 7° Lg. W) mesure 200 km. de diamètre ; les altitudes y varient de 700 à 1 000 m. [65].

Rappelons encore que, d'après Bernet [1, p. 413], le plateau qui forme la majeure partie de la Tripolitaine présenterait deux lignes importantes de fractures subméridiennes, le partageant en trois parties, dont la médiane, relativement plus basse, correspond à la Grande Syrte et à une des fosses (4 047 m.) de la Mer Ionienne. La fracture occidentale paraît être en relation avec l'axe de rebroussement de Pantelleria (fig. 4), qui rencontre en Afrique les roches éruptives de R'arian dans le djebel Nefousa et plus loin celle du djebel Es Soda. La fracture orientale est N-S comme la côte albanaise et le lac Ochrida.

## 2° LES SAHARIDES.

É. Haug [47], d'après les notes et les échantillons de Foureau et moi [6], d'après mes observations sur le terrain, avons indiqué, presque simultanément que, au Sud des Tassili du Nord de l'Ahaggar, les seuls mouvements tectoniques importants étaient antérieurs au Dévonien.

Les roches cristallines qui affleurent au Sahara sur de vastes surfaces, sont habituellement très redressées et affectent d'ordinaire une direction à peu près N-S (direction subméridienne de Flamand) ; elles sont recouvertes, en de nombreux points, par des grès restés horizontaux et que, depuis longtemps, on sait appartenir à l'Eodévonien.

Ces grès sont fossilifères à leur partie supérieure seulement ; vers la base on n'y trouve que des pistes. Quelques-unes au moins, provenant de Djado [51] (vers 23° L. N, 10° Lg. E), appartiennent au genre *Harlania*, commun dans les grès de Médina (état de New York), longtemps rapporté au Dévonien, mais que l'on s'accorde maintenant à classer dans le Gothlandien. La base des grès du Tassili est donc silurienne ; en trois points d'ailleurs, on a trouvé, sous les grès, des schistes alunifères à *Graptolithes* dont les relations stratigraphiques sont encore obscures (Tindesset [30, p. 585], Fom el Kheneg [28, p. 113], Aïn Cheick)<sup>1</sup>.

1. DUVYRIER [Les Touaregs du Nord, p. 60] signale au Nord de R'at, des schistes alunifères

Les mouvements qui ont redressé les roches cristallines sont antégothlandiens; ils sont vraisemblablement plus anciens puisque la surface plissée était réduite à l'état de pénéplaine avant le dépôt des grès dévoniens.

Leur âge est mal défini et il serait imprudent de les rattacher dès maintenant à la chaîne calédonienne avec laquelle leurs relations sont encore obscures; elles ont des traits communs; toutes deux forment de longues traînées rectilignes qui ne s'ordonnent nulle part en chaînes maîtresses. Malgré cette analogie d'allure, il convient de désigner la chaîne africaine sous le nom de Saharides [76, III, p. 679] qui ne préjuge que sa position géographique.

Ces Saharides sont connues du Tidikelt au golfe de Guinée (2700 km.); plus à l'Ouest, elles s'étendent davantage au Nord dans la direction du Maroc; vers l'Est, on peut les suivre jusqu'à l'Océan Indien et, le Cap excepté, elles couvrent la majeure partie de l'Afrique: de la Mauritanie à l'Air seulement, il y a 2500 km.

Cette immense extension superficielle différencie profondément les Saharides des zones de plissements plus récentes, mieux localisées et de largeur plus faible. « Chaque chaîne a sa série cristallophyllienne. Les chaînes de montagnes sont liées à des géosynclinaux et il n'est pas de métamorphisme un peu intense et un peu étendu là où n'a pas régné la condition géosynclinale. » [77, p. 589]. Ceci est fort clair pour les Alpes ou l'Himalaya, mais l'est beaucoup moins pour l'Afrique.

Les Saharides ne sont pas homogènes. Dans l'Afrique australe, mieux connue, on distingue dans des formations analogues, les Pré Cape Rocks, quatre discordances au-dessous du Dévonien.

J'ai signalé antérieurement [8, p. 322], près de Tin Zaouaten, dans l'Adrar des Iforas, un poudingue intercalé dans les schistes. Les minerais sont parfois abondants; dans le Tiris (Rio de Ôro), on connaît des bancs de magnétite et l'on sait que ces minerais ont pour origine le démantèlement d'une chaîne de montagnes [4]. Il y a donc au moins deux systèmes de plissements antérieurs au Dévonien et confondus provisoirement sous le nom de Saharides.

Il est encore impossible de débrouiller ce chaos: le Bled El Mas<sup>1</sup>, au Sud de Tidikelt, l'Adrar Ahnet, l'Adrar Timihaouin ont un aspect relativement jeune, comme certains schistes de Mauritanie [12, 24]. Hubert [49] distingue des roches sédimentaires métamorphisées et des schistes cristallins; ces divisions

1. A Bideï, au N d'Agadès, les quartzites siluriens montrent des tubes en u (Annélides), [7 bis, p. 321].

pétrographiques n'ont pas de valeur en stratigraphie. Il faut encore se contenter d'indiquer l'allure générale des affleurements.

Ils sont habituellement subméridiens, mais il y a de nombreuses exceptions, et parfois ils sont E-W.

Vers le 5° L. N, du Cap des Palmes au Cameroun, l'allure rectiligne<sup>1</sup> du littoral du golfe de Guinée est due vraisemblablement à une fracture E-W; le raccord avec la direction sudmérienne, que l'on rencontre au Gabon dans les Monts de Cristal [76, I, p. 506]<sup>2</sup>, se fait par un axe de rebroussement NE-SW, qui a rejoué récemment et que jalonnent les volcans d'Annobon, de Sn Thomé, du Prince, de Fernando Po et du Cameroun [76, III, p. 986; 46, p. 677]. Cet axe du Cameroun se poursuit vers le NE, un peu au delà du Tchad. Jusqu'à Hadjer el Hamis (rive méridionale du Tchad), elle est indiquée par une série de roches éruptives récentes [49]; les roches éruptives de M'Boura, Nielim, Melfi [10, p. 269], de Moïto et Yao [23, 31, 32] lui appartiennent probablement. D'Annobon au Tchad, cet axe mesure 2 000 km.; il en atteint 4 000, s'il faut y joindre Ste-Hélène.

La ligne si nette de l'Atacora montre quelle est d'abord, au Nord du golfe de Guinée, l'allure des affleurements; une autre ligne que l'on peut suivre depuis Toumodi (Côte d'Ivoire) [49, 49 bis] lui est d'abord parallèle; vers le 15° L. N, elle s'infléchit vers l'Est et traverse le Niger aux rapides de Labezanga. Au delà du fleuve, elle se perd sous le Crétacé; les roches primaires ne se montrent à nouveau qu'à 800 km. au delà, auprès de Zinder; les quartzites d'Alberkaram y sont subméridiennes; à 50 km. au delà, à mi chemin de Zinder à Gouré, les quartzites de Missim Bagna sont NW-SE [31].

Un peu plus au Nord, dans la boucle du Niger, vers le 16° L. N, auprès de Gossi on retrouve encore la direction E-W.

A ces affleurements E-W correspond une région de moindre résistance dont l'affaissement a permis aux mers du Crétacé de pénétrer dans le pays de Tahoua.

1. Le même caractère se retrouve un peu au Sud, dans les isobathes du golfe de Guinée. On ne sait pas encore s'il y a faille ou ennoyage des plis.

2. Ajouter aux indications bibliographiques données par E. SUESS : PÉRIQUET, La mission d'études du chemin de fer du Nord du Gabon. *B. Com. Af. fr. Ren.col.*, XXIII, mai 1913, p. 145-175.

Dans le bassin du Congo, les plissements subméridiens semblent avoir joué à plusieurs reprises depuis le dépôt du Dévonien (?); d'après DELHAYE et SLUYS (La vallée d'érosion du Congo et ses antécédents tectoniques. *C. R. Ac. Sc.*, t. 165, 31 déc. 1917, p. 1108) ils n'auraient pris fin qu'au Trias moyen (?). Dans la vallée de l'Ogoué, en aval de son confluent avec l'Ivondo, et dans celle du Congo, depuis Bolobo (2° L. S), les isogones magnétiques présentent des sinuosités marquées (G. BAUBL, Déclinaisons observées en Afrique équatoriale française et essai de cartes d'isogones au 1<sup>er</sup> janvier 1908. *La Géogr.*, XXVI, oct. 1912, p. 229-240).

De Bourem à Yellwa (900 km.) cette aire d'envoyage des plis anciens est à peu près limitée par le Niger dont la vallée a, dans l'ensemble, une allure rectiligne NW-SE remarquable. A Yellwa,

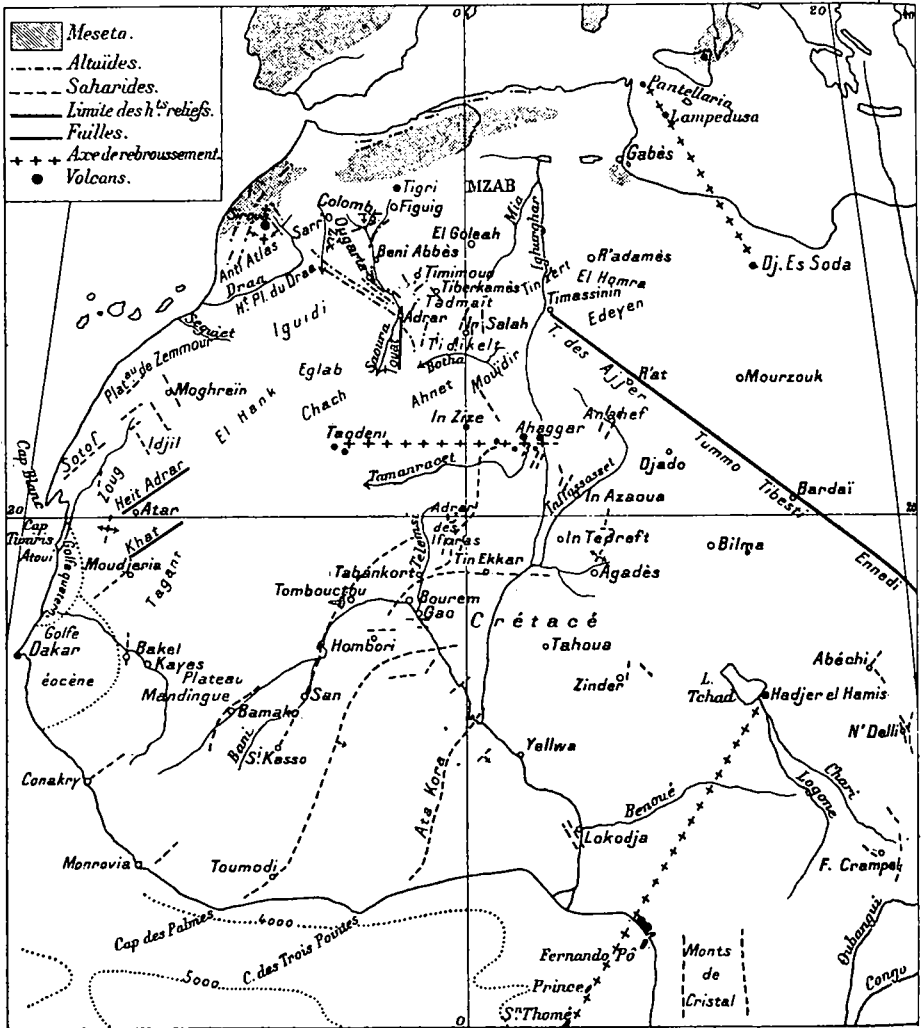


FIG. 1. — ESSAI DE CARTE TECTONIQUE DE L'AFRIQUE OCCIDENTALE.

à la rencontre d'un massif cristallin, le fleuve est dévié vers le Sud ; un peu plus loin, en amont du confluent de la Bénoué, le Niger reprend, pendant 150 km., la même direction SE ; A. de Lapparent a signalé depuis longtemps l'importance de cette ligne



dont le prolongement, géométrique tout au moins, passe par les volcans du Cameroun [60, p. 576].

J'ai déjà insisté, à plusieurs reprises [14], sur l'importante suite de falaises que, au voisinage du 17° L. N, on peut suivre depuis le Télémsi (2° Lg. W) jusqu'aux Toureyet, au SE d'Agadès (6° Lg. E), pendant plus de 800 km. Antérieurement, j'avais indiqué que sa partie orientale, la seule connue à ce moment, était peut-être la trace d'un effondrement lié aux volcans de l'Aïr [10] ; il faut, je crois, une explication plus générale.

Les oueds qui, descendant de l'Ahaggar ou du Tassili des Ajjer, passent entre l'Aïr et l'Adrar des Iforas, présentent tous un coude un peu au Nord de la falaise, avec une pente très faible. Plusieurs d'entre eux se partagent en bras multiples ; il y a, en cette région, une zone très particulière de stagnation de l'eau ; lorsqu'il pleut on y trouve de véritables fondrières.

A la même latitude, les isogones magnétiques décrivent vers l'Est un sinus marqué [68, 80].

Ces faits semblent indiquer que ces falaises ne sont pas dues à la simple érosion, mais qu'elles sont déterminées par des causes tectoniques profondes. Quelques points d'eau très remarquables confirment cette impression.

A 200 km. au Sud du plateau dévonien de Tin Zaouaten, qui longe à l'Est l'Adrar des Iforas, les grès primaires réapparaissent sur une surface restreinte, au milieu d'une plaine très horizontale où se montrent tout à l'entour et sans changement d'altitude, les grès infracrétacés. Le puits de Tin Ekkar (— 10 m.), creusé dans les grès dévoniens, a un débit considérable pour un puits saharien (plus de 20 m<sup>3</sup> par jour) et il est tout à fait permanent. Les autres puits de la région, de profondeur comparable, ont un débit insignifiant et sont souvent à sec ; l'un d'entre eux, Gueljiet, n'est qu'à quelques kilomètres de Tin Ekkar. Tous ces puits reçoivent les mêmes faibles quantités de pluie et Tin Ekkar ne peut guère s'expliquer que par des venues d'eau lointaines [14, p. 175, fig. 2 et p. 180].

Au SW d'Agadès, on connaît un groupe de sources (Teguidda) que seuls peuvent justifier des accidents tectoniques.

Teguidda n'Tisemt (17° 25' L. N, 4° 15' Lg. E) et Gelili sont à 8 km. l'un de l'autre à 130 km. à l'WSW d'Agadès, au centre d'une vaste plaine très vaste et très sèche. Autour de chacune d'entre elles, sur quelques kilomètres carrés, on connaît un banc de grès dont la surface présente des cavités où l'eau suinte en abondance [20, p. 160 ; 20a et renseignements verbaux].

Teguidda n'Adrar (17° 4' L. N, 5° 3' L. E) et Teguidda n'Taguei,

à 25 km. l'un de l'autre, sont à 60 km. à l'W d'Agadès. Il y a autour de ces sources des plateaux gréseux hauts de 10 à 20 m., d'étendue restreinte, insuffisants pour les alimenter. En novembre 1905, Teguidda n'Taguei avait un débit capable de faire vivre un petit ruisseau long d'une cinquantaine de mètres ; les grenouilles y abondaient, preuve de la permanence de l'eau en cette région. Auprès de ces deux Teguidda, quelques failles N-S sont visibles [10, p. 177].

A l'extrémité W de cette suite de falaises, au voisinage du Telemsi, les affleurements de gneiss sont E-W (vers 17°30' L. N, à l'Est de R'arous) ; il est vraisemblable que, s'infléchissant vers le SW, ces affleurements vont se raccorder à l'accident subméri-dien de Tosaye.

Les deux extrémités de cette suite de falaises se trouvent au Sud des massifs surélevés de l'Adrar des Iforas et de l'Aïr. Dans le premier de ces massifs les affleurements sont subméri-diens et le croquis (fig. 1) en rend suffisamment compte ; il y a à noter cependant que dans le NW de l'Adrar, près de Timihaouin, les quartzites et les cipolins, appartenant probablement à la partie la plus jeune des schistes cristallins, dessinent nettement une cuvette synclinale [7].

Quant à l'Aïr, les schistes cristallins ne s'y montrent que par lambeaux ; leurs affleurements m'ont paru le plus souvent N-S ou NE-SW, parfois aussi E-W. Un anticlinal NNE est très net au Sud de l'Aïr, à Bideï. Ce massif compliqué a besoin d'être revu en détail.

La direction NE-SW se retrouve plus au Nord sur l'itinéraire Foureau, dans l'Anahef [30, p. 605].

Dans une note antérieure [14, p. 181, fig. 4] j'ai donné quelques renseignements sur la zone de rebroussement qui vers le 23° L. N, est jalonnée par le volcan d'In Zize, l'Illaman, In Tarain et les volcans d'Abalessa et de Tamanracet. Un volcan intéressant est encore à signaler au voisinage de cette ligne : sur la piste d'In Rabir à Silet, l'ingénieur Monseran a reconnu en 1912, un cratère d'explosion, l'Eheri. C'est une dépression de 400 à 500 m. de diamètre, profonde de 60 m. ; les bords sont à pic et l'on y voit des colonnes prismatiques de laves. L'orifice du cratère est au niveau de la plaine et de loin rien ne le signale ; les parois n'en sont entaillées que par un seul ravin insignifiant.

Le groupe volcanique de Taodeni [15, p. 107-109], qui semble être la cause de la falaise du R'nachich, est beaucoup plus à l'Ouest, à la même latitude, entre le 5° et le 6° Lg. W. Il est à 700 km. au moins d'In Zize ; Cortier, le seul européen qui ait traversé le

Tanezrouft intermédiaire n'a rien noté qui permette de rattacher l'un à l'autre ces deux groupes ; d'Ouallen à Achourat, on ne rencontre que du Crétacé<sup>1</sup> et des dunes [19]. Malgré cette incertitude, j'ai prolongé sur la carte la ligne d'In Zize jusqu'à Taodeni.

En dehors de ces rebroussements, entre le golfe de Guinée et le 23° L. N, les lignes tectoniques sont en général NNE-SSW ; à celles que figure Hubert [49, 58] et dont la plus remarquable est l'Atacora, il faut ajouter une suite d'accidents anticlinaux que l'on peut suivre depuis le lac Débo, par le Faguibine, le Tadrart et El Hadjeïrat jusqu'au Timetrin [15]. Comme A. de Lapparent [59] l'avait soupçonné il y a longtemps, le lac Faguibine, avec ses profondeurs de 30 m., est bien un lac tectonique ; il correspond à un anticlinal effondré.

Cette ligne tectonique se poursuit probablement au Sud du Débo, par la vallée du Bani, jusqu'au voisinage de San, peut-être même au delà, vers Sikasso.

La vallée du Niger, vers Bamako, semble correspondre à un anticlinal effondré de direction NE-SW, direction qui paraît jouer un rôle important dans l'architecture du plateau Mandingue [17] et qui se retrouve aussi en Guinée [5, p. 93]. Plus près de l'Atlantique on retrouve encore la même tendance des lignes tectoniques subméridiennes à s'infléchir vers le NE. Entre Kayes et la Falémé au fond du golfe éocène du Sénégal, la direction N-S domine de beaucoup [16] ; on la retrouve plus au Nord entre Touizikt et l'Adrar mauritanien, où Dereims [24] a vu les schistes dessiner un anticlinal assez net, peut-être déversé vers l'Ouest ; la crête de quartzites de Zoug a la même orientation.

D'Aguiert à Moudjeria, les affleurements sont NE-SW et cette direction se retrouve dans la coupure du Khat qui limite au Nord le Tagant, et correspond peut-être à une faille.

La falaise qui limite au Nord le plateau de l'Adrar (Heit Adrar) correspond certainement à une faille [12] qui paraît avoir une importance de tout premier ordre : l'Heit Adrar se continue par une série de hauteurs, El Hank, qui vont rejoindre le massif granitique d'El Eglab. On a décrit d'abord El Hank comme une longue falaise [67] ; depuis les informations se sont précisées, et l'on sait que le relief est discontinu ; les points d'eau sont nombreux le long de cette ligne et c'est encore un trait important ; ils sont rares dans les deux ergs (Ouaran et Djouf) qui s'étendent au Nord et au Sud du Hank. D'Atar au massif d'El Eglab, il y a environ 900 km.

1. Remarquons que le puits d'Azennezan se trouve au voisinage de cet axé ; au Nord de ce puits, Cortier ne mentionne que des alluvions ; le Crétacé apparaît à Azennezan et se continue jusqu'au Niger.

La direction NE-SW se retrouve encore au Nord de la baie du Levrier, dans l'Adrar Sotof et se poursuit jusqu'au 24° L. N ; même, d'après Douls [25, p. 441], au voisinage de 25° L. N et 16° Lg. W, une chaîne granitique (?) à la même orientation.

Mais un peu plus à l'Est, la haute coudiat d'Idjil (+ 350 m.), la crête de quartzite de Legnater (vers 24° L. N, 14° Lg. W), située entre les deux sebkhas Oum Ed Drous, et les massifs élevés qui entourent Bir El Moghreïn, un peu au delà du 25° L. N, présentent une orientation NW-SE [12, 13, 74]. Cette direction est tout à fait exceptionnelle dans les Saharides ; elle a été indiquée entre Zinder et le Mounio [31], ainsi qu'au Nord de Hombori [58, 49]. Dans cette dernière région, la direction générale est certainement E-W [11]. On retrouve encore cette direction NW-SE, au Nord d'In Zize, dans l'Adrar Ahnet et l'Adoukrouz (vers 25° L. N).

Cette direction qui ne se montre guère que dans le Nord-Ouest du Sahara, prend une grande importance dans la chaîne hercynienne.

Au Nord de Bir Moghreïn on arrive à un plateau de grès horizontaux encore mal connu. J'en ai vu l'extrémité SW, où il porte le nom d'El Akrab (vers 23°30' L. N, 17° Lg. W), et j'avais recueilli le renseignement qu'ils se prolongent jusqu'à la Seguiet El Hamra. C. Douls a indiqué en plusieurs points de son itinéraire l'existence de grès bigarrés donnant naissance à des plateaux de médiocre altitude et souvent découpés en champignons par l'érosion éolienne [25, p. 444]<sup>1</sup> ; c'est une forme fréquente dans les plateaux gréseux. La limite méridionale de ce plateau se dirige d'abord vers le NE, jusqu'au méridien de Bir Moghreïn où elle tourne à l'Est de façon à passer auprès du point d'eau important de Zemmour (vers 15° L. N, 13° Lg. W) ; il y aurait au Sud de Zemmour des granites et des schistes et quelques témoins gréseux. Plus à l'Est le plateau semble se continuer et aller rejoindre, vers Tindouf, les Hauts Plateaux de Draa ; quant à la limite nord, elle semble assez voisine de l'oued Draa : Douls indique encore des grès vers 27°30' L. N. Dans sa partie occidentale tout au moins ce plateau n'est pas continu et laisse voir par place la pénélaine cristalline, comme l'indique l'arête granitique (?) signalée précédemment.

Plus récemment, le colonel Mouret a rapporté des mêmes régions des Brachiopodes et des Polypiers que H. Hubert consi-

1. Le Crétacé inférieur du Sud marocain contient aussi des grès bigarrés, que les indications de Douls ne permettent pas de séparer des grès primaires.

dère comme carbonifères [50]; M. Douvillé, qui a bien voulu me montrer ces échantillons à l'École des Mines, les rapporte en toute certitude au Dévonien. La localité de ces fossiles, vers 26° L. N, 15° Lg. W, est à peu près certainement la Guelta Zemmour, à une cinquantaine de kilomètres à l'WNW de Bir El Moghreïn et qui dans la région est souvent appelée La Guelta<sup>1</sup> [74, p. 257]. Le colonel Mouret a suivi ces grès jusqu'à la Seguiet.

Au Nord de ce plateau, dans la vallée des oueds Draa et Noun, on a signalé des roches anciennes et des granites [25, 63], mais dans le Sud marocain les traces des Saharides sont encore bien indécisées : l'existence d'un conglomérat à la base du Dévonien semble être une preuve de leur existence [43, p. 36 et 166]. Vers Sidi Lahmin et aux environs de Khenifra, il y a discordance entre le Silurien et le Dévonien ; parfois le Dinantien repose directement sur le Silurien [73, p. 32]<sup>2</sup>.

L'allure de la plupart des affleurements que l'on a relevés entre le golfe de Guinée et la latitude de l'Ahaggar, pourrait faire penser à une torsion du géoïde analogue à celle que Green a invoquée, dans l'hypothèse tétraédrique, pour expliquer la grande dépression méditerranéenne. Cette torsion supposerait que le golfe de Guinée, qui est une région effondrée, a eu, dans son mouvement de rotation, un retard sur le Sahara central. L'examen d'une pareille hypothèse supposerait des documents plus précis et plus nombreux que les données éparses et fragmentaires que nous possédons sur ces immenses régions.

J'ai porté sur la carte, à l'Est et au SE du Tchad, les quelques renseignements connus sur l'Ouadaï [62], les régions de N'Dellé et de Fort Crampel [23] ainsi que sur le pays de M'Bès [79].

### 3° LES PLISSEMENTS HERCINIENS AU SUD DU TIDIKELT.

Vers le 24°30' L. N. une haute falaise limite au Sud le Mouïdir Ahnet; ce plateau est formé de grès éodévoniens qui reposent en discordance sur les schistes cristallins. Ces grès ont un léger plongement vers le Nord et disparaissent sous des argiles et des calcaires qui représentent le Meso et le Néodévonien et le Carbonifère; tous ces termes semblent en concordance. Le calcaire carbonifère occupe la plus grande surface et forme la majeure

1. Guelta, pl. Glat, est un nom commun qui, en Mauritanie, désigne une petite mare permanente, alimentée par une source.

2. D'après Russo (Notice explicative de l'esquisse géologique du Maroc central, Casablanca, 1917, p. 5), les plissements antécarbonifères seraient E-W dans le Maroc central. (Note ajoutée pendant l'impression.)

partie de la plaine stérile de l'oued Botha, entre l'Ahnet et le Tidikelt. Un peu au Sud de ce groupe d'oasis commence le Crétacé, composé essentiellement de deux termes : à la base des grès et argiles (Infracrétacé), au sommet des calcaires (Crétacé moyen et supérieur) ; une première falaise limite au Sud le plateau gréseux (Tidikelt) ; une seconde, le plateau calcaire (Tadmaït).

Quelques plis affectent le Dévonien et le Carbonifère ordinairement horizontaux ; ils sont antérieurs au Crétacé et vraisemblablement contemporains des plissements hercyniens [76, III, p. 682].

Leur découverte, en 1900, est due à Flamand, qui indiquait en même temps l'importance de la direction subméridienne au Sahara.

Le plus oriental de ces plis forme le djebel Azaz, à la limite du Tidikelt [28, p. 92]. C'est un pli très marqué qui a ramené au jour les gneiss ; il est connu sur une longueur de 50 km. ; au Nord, on le perd sous le Crétacé de Tadmaït, où la vallée de l'oued In Sokki, une des têtes de l'oued Mia, indique peut-être son prolongement ; vers le Sud il se raccorde avec l'Adrar Iher'an, un accident du Mouïdir, sur lequel nous aurons à revenir.

A 60 km. à l'W, vers 26°30' L. N, le lieutenant Besset a trouvé des schistes à *Graptolites*, à 500 m. de haci El Kheneg [28, p. 113] ; les renseignements stratigraphiques sont obscurs [35, p. 285] ; la feuille d'In Salah [75] figure une crête NS que l'oued Botha traverse, à haci El Kheneg, par un passage étroit.

Le pli d'In R'ar est mieux connu ; il est formé de calcaires carbonifères plongeant à l'W aux environs de Baba Ahmed, à l'Est à haci Aredj. Cet anticlinal se poursuit vers le Sud jusqu'à une quinzaine de kilomètres au delà de Tirechoumine, un des puits de l'oued Tsaret, avec un relief marqué [34]. En 1912, au cours de la mission des chemins de fer transafricains, l'ingénieur E. Dubuc a pu en préciser l'allure ; dans l'ensemble c'est bien un accident anticlinal mais qui se résout en une suite de domes et de cuvettes, comme l'Atlas saharien. Le relief atteint 30 m. à la Coudiat Berga, 60 m. à la Coudiat Sboth.

Ce pli d'In R'ar a été ainsi suivi sur 80 km. ; au Nord d'In R'ar, le Carbonifère disparaît sous le Crétacé, mais la vallée de l'oued Souf permet de croire qu'il se prolonge, en obliquant légèrement vers l'Est, pendant une centaine de kilomètres jusqu'au cœur de Tadmaït. Il est possible que vers le Sud, on le retrouve au delà de Tirechoumine ; à 50 km. de ce puits, l'oued Souf Mellen contient le puits d'Arahira près duquel la carte de Touat indique des reliefs : au Sahara, les puits ne sont pas disséminés au hasard.

Plus à l'Ouest encore, un petit plateau, le Bled El Mas est formé de quartzites et de schistes verts et violets très plissés qui supportent les grès horizontaux de la gare Tamamat ; autour de ce petit horst, les grès dévoniens ont des plongements atteignant localement  $45^{\circ}$  [34, p. 202, fig. 2]. Ce Bled El Mas est à 40 km. au SE d'Aïn Chebbi.

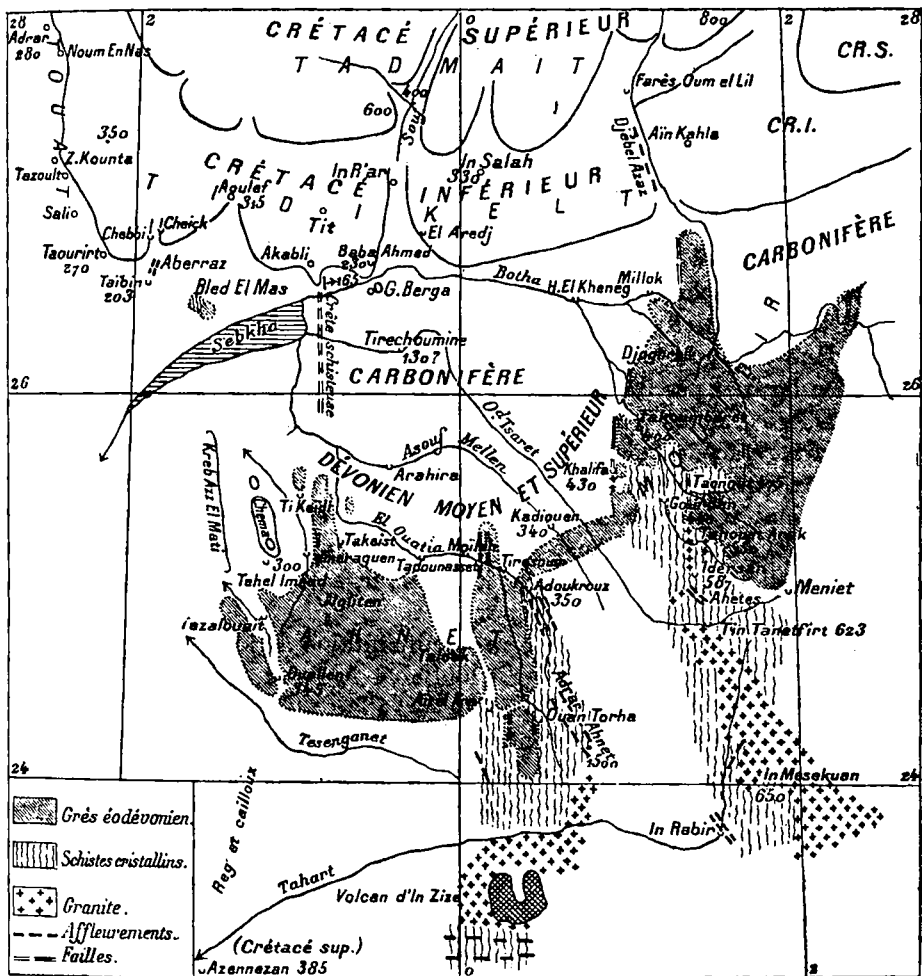


FIG. 2. — LES PLS DU TIDIKELT.

Le pli d'Aïn Chebbi, le plus occidental du Tidikelt, est un accident anticlinal déversé vers l'Est. Il présente des chevauchements compliqués que seule une longue étude sur le terrain, précédée d'un lever topographique, permettrait de débrouiller.

Les deux coupes de ce pli données antérieurement [34, p. 200 ; 35, p. 281 ; 28, p. 144] sont inexactes ; j'ai coupé deux fois ce pli en 1912, mais ne me hasarde pas à en donner un troisième.

Les schistes argileux alunifères sont très développés auprès d'Aïn Cheick qui est situé dans les grès éodévoniens, à 4 km. à l'Est d'Aïn Chebbi ; depuis mon passage, le lieutenant de Saint-Martin y a trouvé des *Graptolites* que E. Haug attribue au Gothlandien (renseignement verbal).

Les grès éodévoniens forment, de l'Ouest de l'oued Chebbi une première bande nettement en saillie ; les affleurements sont S 5° E et les plongements de 70° vers l'Ouest ; à 1 km. au SE d'Aïn Chebbi, ces grès sont traversés par un filon de diorite. Une série de grès en plaquettes (Ktoub) et de calcaires fossilifères (Carbonifère) reposent en concordance sur ces grès et disparaissent à 800 m. à l'Ouest sous l'Infracrétacé. Un peu plus au Sud, les couches redressées sont encore visibles pendant 1 km. à l'Ouest, au pied de la falaise crétacée.

Une seconde bande éodévonienne, d'où proviennent des fossiles figurés par Flamand [28, pl. xiv] se trouve à Aïn Cheick.

D'Aïn Cheick vers hasi Douira, on voit fréquemment, sous l'Infracrétacé, pendant 25 km. vers l'Est, des grès en plaquettes très redressés ; à mi-chemin, ils dessinent un anticlinal et un synclinal très nets. L'âge de ces Ktoub est mal défini ; on en connaît, dans les régions voisines, du Dévonien et du Carbonifère.

Ce pli a donc au moins 30 km. de large et il est possible que le Bled El Mas lui appartienne.

J'ai pu le suivre pendant une cinquantaine de kilomètres vers le Sud ; il est bien marqué par le djebel Aberraz, formé de deux anticlinaux carbonifères déversés vers l'Est [34, p. 202]. Au Sud d'hasi Taïbin, le plissement diminue rapidement d'intensité ; pendant une trentaine de kilomètres, on suit une série de crêtes, hautes de 1 à 10 m. et dont les plongements, vers l'Ouest, ne dépassent pas 20° ; à 9 km. au Sud d'hasi Taïbin, ces crêtes sont coupées par un filon de diorite NE-SW.

E. Haug [30, p. 831] a indiqué que les deux chaînes, calédoniennes et hercyniennes, qui, dans le Nord de l'Europe, présentent habituellement un certain parallélisme, se croisent dans l'Afrique du Nord ; cela est exact pour le Sud-Ouest marocain, mais, au Tidikelt, les plis hercyniens coïncident en direction avec les plis des Saharides et, conformément à la règle indiquée par M. Bertrand, leur sont probablement superposés.

Cette impression est renforcée par l'étude des cassures posthumes qui ont affecté le Mouïdir et l'Ahnet. E.-F. Gautier et



moi [34] avons déjà donné une vue d'ensemble de ces tassili. Je les ai traversés de nouveau en 1912, ce qui me permet de rectifier et de préciser un certain nombre de points.

L'Éodévonien est constitué par deux masses de grès, séparés par un niveau argileux (la masse inférieure appartenant peut-être en partie au Silurien); les argiles jouent un double rôle, topographique et tectonique. Lorsque l'érosion arrive à leur niveau, les vallées prennent une grande largeur (Taoulaoun, Insemmen, Ouallen); par leur plasticité, elles ont introduit une certaine indépendance entre les deux masses gréseuses qui, sur la même verticale, peuvent présenter des pendages différents.

Immédiatement au Sud du djebel Azaz, le Mouïdir commence par le djebel Iher'an (ou Idjeran), mal connu, mais certainement très fracturé; on y a signalé une source thermale (50°); au Sud une longue série d'accidents en relief peuvent être suivis, par Tagnout<sup>1</sup> et Tahount Arak où les schistes cristallins se montrent sous les grès jusqu'à la chaîne granitique d'Ahetes, sur plus de 200 km.

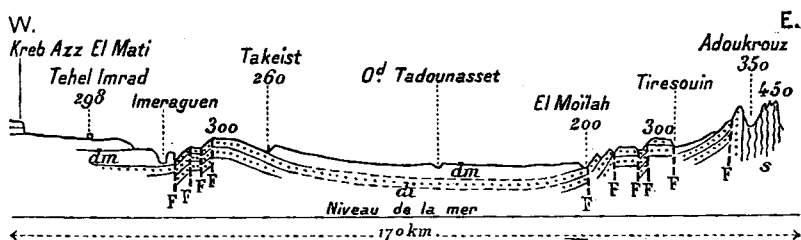


FIG. 3. — Coupe de L'ANNET DE TEHEL IMRAD A L'ADOUKROUZ.  
s, Schistes; di, Éodévonien; dm, Mésodévonien; F, Faille.

Un peu à l'Ouest de cet accident, la gorge de Takoumbaret est un véritable cañon, large d'une centaine de mètres, creusé dans les strates horizontales des grès inférieurs; vers le Nord, lorsque l'on arrive aux argiles, la vallée de l'oued prend une grande ampleur dans la plaine de Taoulaoun, où les deux masses gréseuses sont séparées par 3 ou 4 km. d'affleurements argileux. Vers l'Ouest au contraire, hasi Khalifa, qui est dans les grès inférieurs, n'est séparée que par quelques hectomètres de grès supérieurs qui plongent fortement à l'Ouest. Cette flexure se prolonge d'une centaine de kilomètres vers le Nord jusqu'au voisinage d'hasi El Kheneg; vers le Sud, au voisinage de Fom Timeskis, elle a ramené au jour, en quelques points les terrains cristallins. D'après

1. Il y a, au Nord de Tagnout, une remarquable crête de quartzites.

la carte d'In Salah, des reliefs N-S prolongent cet accident jusqu'au 24°50' L. N ; soit en tout 200 km. environ.

A l'Ouest d'hasi Khalifa, à quelques centaines de mètres des grès supérieurs, les argiles du Dévonien moyen sont redevenues horizontales. Le Dévonien moyen conserve la même allure pendant 70 km., jusqu'au voisinage de Tiresouin où il a un très léger plongement vers l'Est et repose régulièrement sur les grès de Tiresouin. Ce plateau présente deux flexures brusques, l'une en son milieu, l'autre à son bord occidental : les grès plongent fortement vers l'Ouest. L'accident de Tiresouin se prolonge peut-être vers le Sud par l'Adoukrouz et l'Adrar Ahnet.

De Tiresouin à l'Adjelman Takcist, on retrouve le Mésodévonien horizontal, suivi d'une nouvelle fracture des grès éodévonien, fracture qui se poursuit vers le Sud par Foum Iglitten.

Le puits de Tehel Imrad occupe le centre d'une troisième cuvette-mésodévonienne moins importante.

Il existe encore d'autres accidents N-S ; auprès d'Akabli, les couches primaires plongent de 45° vers l'Est [34, p. 203] et le capitaine Cortier m'a signalé une arête schisteuse qu'il a suivie longtemps vers le Sud, dans la direction de Takcist ; la falaise d'Azz El Mati se poursuit pendant 80 km. au Nord de Tehel Imrad.

Le raccordement de ces plis avec Aïn Chebbi ou In R'ar est encore douteux : quelques décrochements E-W, dont l'un est bien visible à l'Adoukrouz, obligent à la prudence.

Mais la dissymétrie de ces plis posthumes est très nette ; les plongements vers l'Ouest sont toujours très brusques ; ils dépassent 45° et approchent parfois de la verticale ; les plongements vers l'Est atteignent rarement 30°. Sur les coupes publiées en 1907 [34], cette dyssymétrie n'a pas été mise en évidence. Elle est en relation avec le relief : dans le Mouïdir, l'Ifetessen atteint 1490 m. ; la gorge de Takoumbaret, à la base de l'Eodévonien est à 400m. ; le puits de Tehel Imrad, dans le Mésodévonien, est à 300 m.

#### 4° LES PLISSEMENTS HERCINIENS AU NORD DU TIDIKELT.

A partir du 28° L. N les plis hercyniens cessent d'être sub-méridiens et se dirigent franchement vers le Nord-Ouest.

Géographiquement, on peut distinguer quatre chaînes : la plus orientale commence à hasi R'ezal et suit la rive gauche de la Saoura jusqu'à Foum El Kheneg (24° L. N) ; elle longe ensuite la rive droite de l'oued jusqu'à Beni Abbès (30° L. N).

Le second faisceau a été décrit avec quelques détails par E.-F.

Gautier [33, 35], sous le nom de chaîne d'Ougarta, petit Kçar situé à une cinquantaine de kilomètres au Sud de Beni Abbès. Ce faisceau, plus large que le précédent est formé de brachyanticlinaux et de cuvettes synclinales ; les plissements sont symétriques et à plongements médiocres.

Séparé de la chaîne d'Ougarta par l'Erg Er Raoui, vient ensuite le Kahal de Tabelbala (altitude du Kçar, 500 m.) sur lequel on a peu de renseignements, non plus que sur son prolongement sud, l'Adrar Heïram qui est situé à 45 km. à l'W d'Adrar (Touat).

Les reconnaissances des capitaines Cancel [3] et Martin [65, 66] nous ont fait connaître le quatrième faisceau. Il est séparé du Kahal de Tabelbala par l'Erg El Atchar (= El Attimin) et débute au Sud par un chaînon assez court (40 km.) au pied duquel se trouve hasi El Atimin ; après une interruption par laquelle l'Erg El Atchar se relie à l'Iguidi, on retrouve deux chaînons parallèles (djebel Ben Touadjin et El Bessala) qui, plus au Nord, se ramifient au voisinage de l'oued Daoura (partie inférieure de l'oued Ziz qui arrose les oasis du Tafilalet). Gênée par les bras successifs du djebel, la vallée de l'oued présente une série d'élargissements dont les plus notables sont les daïa Daoura, El Mahjez et hasi Chaamba qui sont encore parfois remplies par les crues.

Vers le 29° L. N, le djebel ben Touadjin a une altitude de 700 à 800 m. ; quelques sommets atteignent 1 000 m. ; les cols, peu nombreux et d'accès difficile sont vers 650 m. : au Sud-Ouest, dans l'Iguidi, les altitudes varient de 400 m. au Nord, à 350 m. au Sud ; au Nord-Est, dans la Saoura, Beni Abbès est à 300 ? et Foun El Kheneg 250 ? La chaîne s'abaisse vers le Nord, et au voisinage de Daoura (400 m. ?) ses sommets ne sont plus qu'à 650 m.

Du djebel Heïran aux Daoura, il y a environ 450 km. La plus grande largeur de l'ensemble de ces quatre chaînes vers Ougarta est de 140 km.

La constitution géologique de ces chaînes n'est encore qu'imparfaitement connue. A Merhouma (20 km. SE de Beni Abbès) les grès éodévoniens reposent en discordance sur des phyllades [35, p. 185] ; les grès sont caractérisés par un pygidium de Trilobite et par leur aspect, qui est celui des tassili du Mouïdir Ahnet ; notons toutefois une différence : dans ces chaînes plissées, les filons de quartz sont fréquents et l'on connaît deux mines de cuivre. En quelques points (Hadjra Mektouba, etc.) des calcaires à *Orthoceras* indiquent le Mésodévonien ; des *Clymenia*, provenant de Bou Maoud et de Dkhissa, sont du Néodévonien.

Les dépressions de la chaîne sont occupées par des dépôts d'atterrissement (Mio-pliocène) et par des dunes.

Tout cet ensemble a rejoué récemment et des failles ont amené des dénivellations de 100 m., dans les dépôts mio-pliocènes, restés horizontaux.

Au delà des Daoura, les dernières ramifications du djebel ben Touadjin disparaissent sous un plateau, le haut plateau du Draa, situé sur la rive gauche de l'Oued, au Sud du 30° L. N ; ce plateau débute au Nord par une falaise haute de 120 m. ; vers le Sud, une seconde falaise ramène à un étage inférieur du plateau, qui disparaît plus loin sous les dunes de l'Iguidi [66]. [Dans sa partie orientale, ce plateau atteint une altitude de 700 m. ; il a été coupé par Lenz [63] vers Tindouf (400 m.). Il est formé de calcaires carbonifères<sup>1</sup> ; au delà de Tindouf, il se relie au plateau gréseux dévonien de la guelta Zemmour<sup>2</sup>.

Il est possible toutefois que le rameau le plus septentrional du djebel ben Touadjin, se prolonge vers le Nord-Ouest par le Guelb Sebdu que le capitaine Martin n'a vu que de loin.

Vers la tête de l'oued Draa, à l'Est du Siroua, L. Gentil [41, 43] signale des plissements armoricains, NW-SE, déversés vers le Sud-Ouest ; ils sont assez exactement sur le prolongement des précédents. La distance qui les en sépare est de 300 km., 250 km. seulement si le Guelb Sebdu appartient à ce système. Dans son cours moyen, l'oued Draa coule du Nord-Ouest au Sud-Est, et si cette direction, comme il est possible, lui est imposée par l'architecture profonde du sol, on aurait, de ce fait, une forte raison de croire que la chaîne hercynienne du Tidikelt se prolonge jusqu'au Maroc. Mais le plateau crétacé du Sarró<sup>3</sup> (vers 31° L. N, appelé parfois aussi plateau du Draa) sous lequel disparaissent les plis marocains est trop mal connu pour que l'on puisse être affirmatif.

1. Flamand [28, p. 237] signale, très au Nord des Daoura, le long de l'oued Ziz, du Carbonifère et peut-être du Dévonien au djebel Taous.

2. Autant que l'on peut en juger par les descriptions des capitaines Martin et Cancel, le djebel Ben Touadjin ne contient que des grès dévoniens. Le haut plateau du Draa serait formé de calcaires carbonifères non plissés ; cette partie de la chaîne serait antérieure au Carbonifère, plus ancien, par suite, que les plis du Tidikelt, et que la majeure partie du système hercynien.

3. Le djebel Sarró a été parfois considéré comme le prolongement oriental de l'Anti Atlas ; il est certainement un plateau, probablement crétacé, qui commence à l'Est du Siroua. Son altitude est voisine de 2 000 m. ; vers l'Est, il s'abaisse et, après avoir traversé l'oued Ziz va rejoindre la hamada des confins algéro-marocain [43, p. 66].

Une suite de hauteurs, le djebel Bani, s'étend sur 700 km. de l'Atlantique à l'oued Ziz ; la largeur est très faible (1 à 2 km.) ; cette suite de collines est parallèle à l'Atlas. Elle correspondrait à un anticlinal tertiaire [43, p. 69].

A l'Ouest du Siroua qui paraît correspondre à un axe de rebroussement N-S, on retrouve dans le Haut Atlas, dans les Djebilet et dans la meseta marocaine des plissements hercyniens, mais de direction varisque; on retrouve la même direction au Nord-Est du Maroc, dans l'Amalat d'Oujda [42]. En Algérie, depuis Gar Rouban et la Tafna, on rencontre dans l'Atlas tellien des traces de plissements paléozoïques, qui semblent parallèles aux plissements alpins et que, par Miliana, Saïda, La Chiffa, etc., on peut suivre jusqu'en Tunisie, sans que jusqu'à présent leur tectonique ait pu être nettement élucidée [28, p. 769; 52]. On ne sait pas encore s'ils se déversaient vers le Nord ou vers le Sud.

On ne retrouve la direction armoricaine qu'en Espagne où les plis hercyniens de la meseta émergent du bassin tertiaire du Guadalquivir avec une direction NW [45]. L'existence de *Clymenia* dans la Sierra Morena et au Sahara semble indiquer qu'un même synclinal s'étendait sur ces deux régions [44].

Le système hercynien est assez bien connu dans la haute Saoura; un pli NNE suit l'oued de Beni Abbès jusqu'au voisinage de Figuig; au Nord de Colomb Béchar, l'anticlinal du djebel Antar est E-W; il est déversé vers le Sud<sup>1</sup>; au Sud de Colomb Béchar, un bassin synclinal à peu près E-W, contient un bassin houiller [71, 35, p. 241; 28, p. 799].

E. Suess [76, II, p. 207] a fait observer que la courbe si remarquable, décrite par le Rif et la Chaîne bétique avait été précédée par un accident semblable dans la chaîne des Asturies. De Colomb Béchar au Siroua et à Gar Rouban, les plissements hercyniens semblent de même contourner la région des chotts algériens; au Sud de cette région stable, ils sont déversés vers le Sahara; au Nord, on les connaît mal. On est fort peu renseigné d'ailleurs sur la meseta<sup>2</sup> [36, 37] algérienne; on ignore tout de son allure; à peine peut-on soupçonner [54, p. 247] que la direction NNE-SSW de quelques tronçons de vallées est un souvenir des anciens plissements.

A l'Est de la Saoura, les plissements hercyniens ne sont nets qu'au Gourara; au Nord de Timimoun, ils sont N-S; au Sud, ils

1. D'après Flamand [28, p. 769], la région de Saïda aurait été une meseta au début des temps secondaires, mais ne mériterait plus ce nom maintenant. Ce scrupule est peut-être excessif.

2. C'est dans la région de Colomb-Béchar que les plissements semblent avoir le plus d'intensité; le général Jourdy [55] a indiqué les possibilités de nappes houillères charriées dans ces régions. Les plis de l'Atlas saharien qui d'ordinaire présentent une médiocre intensité, sont nettement déversés vers le Sud dans la région du Tigris, où en un point, les gneiss et les granites sont revenus au jour et où l'on connaît un volcan [38, p. 185 et p. 180].

sont NE, direction qui semble exister aussi à Ouled Mahmoud e à Kaberten ; ces deux petites oasis sont placées à peu près certainement sur des anticlinaux primaires ; des sondages artésiens y ont réussi et les grès infracrétacés y ont subi des mouvements posthumes marqués.

A Tiberkamine, dans l'Aouguerout, les grès infracrétacés plongent de 40° vers le NE et ont leurs affleurements NW-SE ; un sondage a rencontré le Primaire fossilifère à 12 m. de profondeur.

Plus à l'Est encore, l'oued Souf semble bien prolonger vers le NNE le pli d'In R'ar ; le Tadmaït dans son ensemble dessine un pli synclinal NE-SW [28, p. 776] et, autant que l'on en peut juger par quelques accidents visibles entre El Goleah et Timimoun, cette direction paraît bien être la trace posthume des plissements hercyniens, jusqu'à la bande de plateaux qui relie El Goleah au Mزاب. Flamand admet que le long de ces plateaux les plissements deviennent N-S, reproduisant ainsi le dessin que l'on observe au Nord de Gabès [48], pour les plissements tertiaires.

On ne sait certainement rien sur ce qui se passe dans les bassins de l'oued Mia et de l'Igharghar, sous les dépôts d'atterrissement récents et sous le grand Erg oriental. Mais dans l'Extrême-Sud tunisien, aux confins de la Tripolitaine, le Trias reparaît reposant peut-être sur le Permien [53, 69, 70] ; l'abondance des grès à la base du Trias et les dépôts jurassiques, de caractère néritique [56, 26] qui lui font suite, indiquent bien une vieille région autochtone et stable ; les mouvements alpins ne l'ont pas atteinte : le plus méridional des anticlinaux de l'Atlas en Tunisie est le djebel Tebaga, de direction E-W, à l'Ouest de Gabès, au Sud de la partie orientale du chott El Djerid ; au delà, on ne trouve plus que le régime tabulaire [70, p. 147].

On ignore encore le rôle de cette meseta tunisienne ; on ne sait pas si les plissements alpins du Sud de la Tunisie reproduisent les plis paléozoïques ou s'ils sont un pays de guirlande [72].

Tout ce qui a trait aux plis hercyniens d'Algérie et de Tunisie et du Sahara, à l'Est de la Saoura, est encore beaucoup trop vague pour que l'on puisse chercher à relier les plissements anciens du Tidikelt à ceux de la Sicile, de la Calabre, de l'Attique ou des Cyclades.

L. Gentil [43, p. 127] désigne sous le nom de « Bouclier saharien » l'ensemble des pays qui s'étendent au Sud de la Berbérie. A l'Ouest de la chaîne d'Ougarta, la Mauritanie donne bien l'impression d'une région stable depuis longtemps, sauf vers le Sud,

où un ennoyage des plis a permis l'établissement des golfes éocène et quaternaire. On est bien moins renseigné sur ce qui s'est passé à l'Est de la Saoura et je crois qu'il convient encore de maintenir sur cette région le point d'interrogation que P. Termier y a posé en 1911 [78].

On n'est pas mieux renseigné sur ce qui se passe dans le Sahara central, à l'Est du Tidikelt : au delà du djebel Azaz, on retrouve, au Nord du massif cristallin, une série de terrains dont la succession est la même qu'à l'Ouest. Le Tassili des Ajjer est le symétrique du Mouïdir Ahnet ; la dépression du Djoua et de l'Erg Issaouan [30, p. 574] correspond à la pénéplaine carbonifère de l'oued Botha ; les hamada de Tinrért et El Homra rappellent le Tadmait et ses annexes. Mais ni les explorations anciennes de Duveyrier (1860) et de Rohlfs (1864), ni celles plus récentes de Roche, de Foureau [30] et de Cortier [20, 61] n'indiquent rien qui ressemble aux plis hercyniens du Tidikelt.

Cependant le Tassili des Ajjer est affecté des mêmes cassures N-S que le Mouïdir Ahnet ; la chaîne de Tin Terhaouïn est formée de grès dévoniens fortement redressés comme le montre une photographie de Foureau [30, p. 576, fig. 139] ; ces grès contiennent par place des mouches de cuivre et des filonnets de quartz [30, p. 734, nos 430 et 441]. Le long couloir qui mène à R'at semble avoir le même caractère.

La carte d'In Salah [75] indique quelques autres accidents topographiquement semblables et sans doute de même origine tectonique ; l'un d'entre eux même, l'Adrar n'Taserest (4° Lg. E) se détache nettement au Nord de Tassili, dans la pénéplaine carbonifère ; il y aurait lieu de voir sur place s'il n'est pas un pli hercynien.

##### 5° RELATIONS AVEC L'AFRIQUE ORIENTALE.

De même que les plis de l'Afrique occidentale, les fosses d'effondrement tectonique de l'Afrique orientale [76, III, p. 968-986] s'écartent souvent de la direction subméridienne, vers le NE jusqu'au golfe d'Aden, vers le NNW dans la Mer Rouge ; l'effondrement E-W, qui a formé le golfe d'Aden [76, I, p. 468] joue ainsi un rôle comparable à l'axe de rebroussement d'In Zize.

Au delà du haut plateau abyssin, à l'Ouest du Nil, sur le prolongement du golfe d'Aden se trouve le Bahr El Ghazal nilotique, région déprimée et encombrée de marais. Au confluent avec le Nil, l'altitude est de 385 m. ; au Nord du Bahr El Ghazal, les altitudes atteignent 900 m. dans le Kordofan et 1 800 dans

le Darfour; au Sud, dans le pays des Niam-Niam, la ligne de faite qui sépare le Bahr El Ghazal du Ouelle Makoua, a de 1 200 à 800 m. Vers l'Ouest, entre N'Dellé (600 m.) et le Dar-

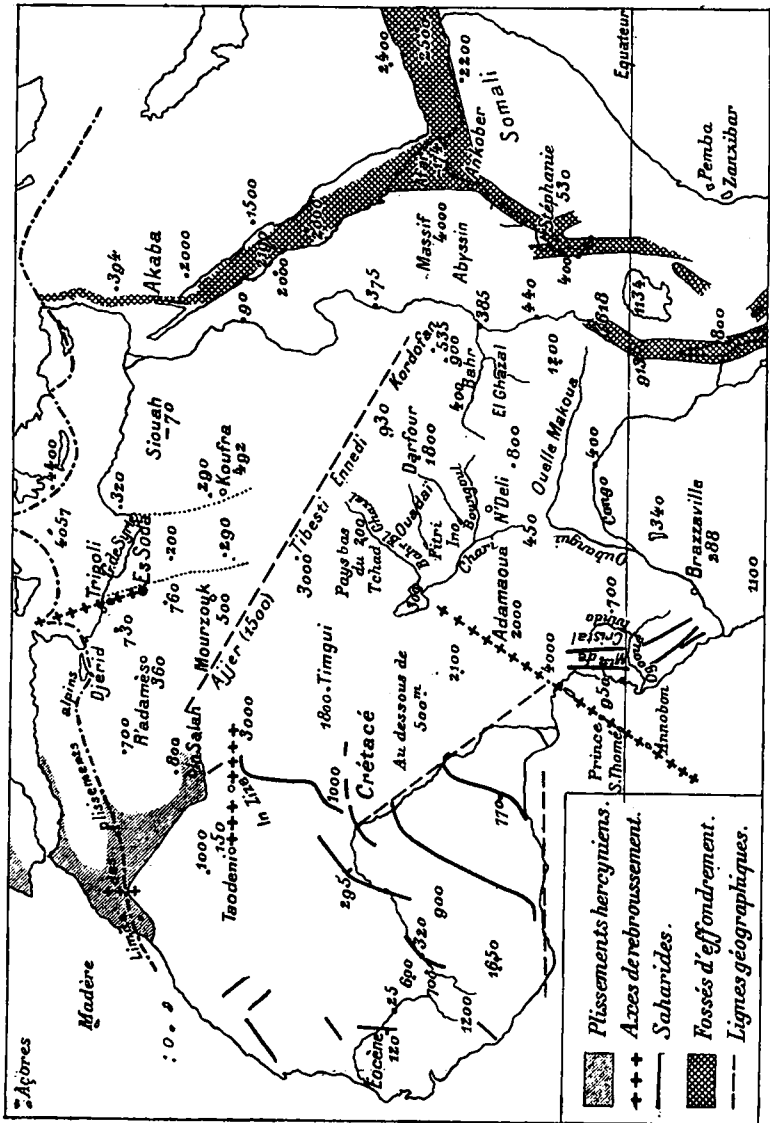


FIG. 4. — LIGNES TECTONIQUES DU NORD DE L'AFRIQUE.

four, aucun relief ne semble séparer le Bahr El Ghazal du bassin du Chari dont un affluent, le Boungoul, encombré de marécages, voisine de bien près avec le Bahr.El Arab, une des têtes du Bahr El Ghazal.



Au Nord du Boungoul, le pays se relève dans l'Ouadaï (550 à 1 200), puis l'on retombe sur une région déprimée, le Bahr El Ghazal tchadien et les pays bas du Tchad [32, pl. II] où les altitudes sont voisines de 200 m.<sup>1</sup>. J'ai déjà indiqué comment cette région de faible altitude se continuait vers l'Ouest par la zone d'ennoyage de Tahoua, envahie par la transgression crétacée, par le bassin du Moyen Niger et par le golfe éocène du Sénégal.

Du Nord au Sud, il y a 600 km. entre le Boungoul et le Bahr El Ghazal tchadien et l'on ignore les relations tectoniques qui peuvent exister entre ces deux régions.

On sait que l'Océan Atlantique est partagé en deux par des fonds de moins de 4 000 m. qui forment une sorte de plateau d'allure subméridienne [Haug, *Traité de géologie*, p. 26]. A l'Équateur, ce plateau est brusquement rejeté vers l'Ouest; nous pouvons donc suivre ainsi, depuis le golfe d'Aden jusqu'au voisinage du Brésil les traces d'accidents transversaux qui, à une latitude plus basse, reproduisent quelques traits amoindris de la Mésogée.

#### 6° LES MOUVEMENTS TECTONIQUES CONTEMPORAINS.

Les mouvements orogéniques ou épirogéniques sont évidemment des phénomènes continus, ininterrompus, dont nous ne pouvons noter en général que les paroxysmes, les tremblements de terre par exemple. Lorsqu'ils sont lents, nous ne pouvons pas constater facilement leurs effets sous nos climats, où l'érosion et l'alluvionnement régularisent rapidement, à mesure qu'elles se produisent, les déformations qui résultent de causes tectoniques. Malgré la précision des méthodes actuelles de nivellement, des changements d'altitude inférieure à 1 ou 2 décimètres sont impossibles à constater : seule la répétition de ces nivellements deux ou trois fois par siècle permettra de mettre à la longue en évidence les déformations lentes du géoïde [57].

Au Sahara, la rareté des pluies qui rend l'érosion négligeable permet de saisir quelques exemples de ces mouvements contemporains.

En Tripolitaine, les oueds qui vont du Dahar Nefoussa à la Méditerranée, s'élèvent d'abord lentement, depuis le pied de la falaise, pendant une quarantaine de kilomètres avec une pente de 1/2 pour mille, soit 20 m. : au delà de cette crête surbais-

1. L'altitude la plus basse (158 m.) serait à Koro Kidinga (16°58' L. N. ; 14°37' Lg. E.); l'altitude donnée par Tilho (*Doc. sc. de la mission*, 1911, p. 163) pour le Tchad (240 m.) est trop basse d'une cinquantaine de mètres.

26 décembre 1918.

Bull. Soc. géol. Fr., (4), XVII, 1918. — 6.

sée, la pente redevient normale et descend vers la mer [I, p. 387].

Au delà du Dahar, le plateau a une pente très faible vers le Sud, mais les oueds ne sont pas dirigés suivant les lignes de plus grande pente ; « cela prouve que l'affaissement du pays au Sud est de date récente, postérieure au creusement des oueds » [I, p. 403-404].

J'ai déjà cité l'exemple du Touat [9] ; on sait qu'il est bordé à l'Est par une falaise de grès tendres, flanc du premier gradin du Tadmait. Sur le plateau, les oueds ont un cours très tranquille, preuve de la maturité du réseau ; ils descendent par des rapides, marqués et bien encaissés, dans la sebkha du Touat avant de rejoindre la Saoura qui coule à quelques dizaines de kilomètres dans l'Ouest <sup>1</sup>. On comprendrait déjà difficilement que ces oueds n'aient pas mieux régularisé leurs cours si cette falaise, peu élevée, était très ancienne, contemporaine de l'époque où il pleuvait au Sahara, pendant le Glaciaire probablement. Mais il y a plus : à la suite du printemps pluvieux de 1907, la plupart des oueds du Tadmait ont coulé ; deux d'entre eux n'ont pu d'abord franchir la falaise et ont formé deux lacs, preuves d'une contrepente. La pluie continuant, le niveau des lacs s'est élevé et l'un d'eux, atteignant le sommet de la falaise, s'est déversé dans la sebkha voisine en ravinant profondément le flanc du plateau et dévastant le petit Kçar de Noum En Nas.

Peut-on penser qu'un équilibre aussi instable puisse être, malgré la rareté des pluies, vieux d'un grand nombre de siècles ? Sans un mouvement récent, vraiment contemporain de la faille du Touat, mouvement qui a produit une inversion de la pente de l'oued de Noum En Nas, une hydrographie aussi anormale ne peut guère s'expliquer <sup>2</sup>.

J'ai noté, au Sahara, quelques autres faits du même ordre ; ils y sont probablement assez répandus ; mais ils nécessiteraient une étude topographique précise et détaillée, difficile pendant une marche rapide.

## 7° RÉPARTITION DES TERRAINS ANCIENS DANS LE SAHARA OCCIDENTAL.

La carte de Hubert [49] indique avec une exactitude encore suffisante la répartition des terrains en Afrique occidentale, au Sud du 17° L. N. ; pour le Sahara, la carte de Rolland [76, I, p. 459] a beaucoup vieilli. Le croquis ci-joint est, dans sa

1. On avait cru d'abord que la falaise de Touat était une falaise d'érosion en relation avec la Saoura ; on sait maintenant qu'elle est due à une faille.

2. Ce cas est analogue à celui des lacs de bordure ; mais leur origine peut être beaucoup plus ancienne.

partie méridionale la reproduction de cartes que j'ai antérieurement publiées [12, 14, 15]. Pour le Nord de la Mauritanie, je l'ai complété avec les indications de Douls et de Schmitt [13, 25, 74] ; pour l'Iguidi et les régions voisines j'ai eu recours à Mussel et à Martin [29, 65, 66]. La Saoura et le Maroc sont empruntés à Flamand [28], Gautier [33] et Gentil [39].

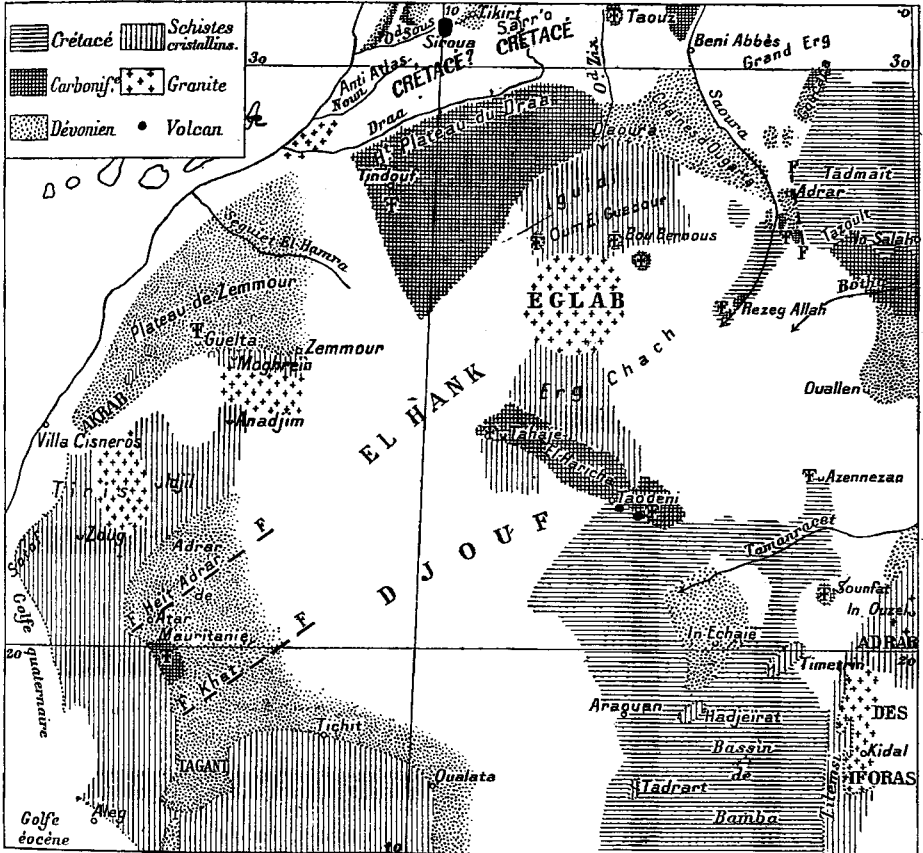


FIG. 5. — CARTE GÉOLOGIQUE DU SAHARA OCCIDENTAL.

Les plateaux gréseux forment depuis l'Ennedi jusqu'au Tassili des Ajjer une longue bande presque rectiligne à son front NE. Ces plateaux paraissent s'élargir beaucoup à l'Ouest du Tibesti où on les connaît jusqu'à Bilma et Fachi ; on n'a de preuve de leur âge dévonien que pour le Tassili des Ajjer ; la découverte des *Harlania* de Djado [30] permet de croire que l'âge reste le même plus au Sud. Le Tassili des Ajjer se continue par le Mouïdir et l'Ahnet jusqu'à Ouallen et au voisinage du Touat. Au delà

les grès se continuent vers le Nord-Ouest, en donnant naissance à la chaîne plissée d'Ougarta.

Une autre bande de plateaux gréseux est connue depuis In Azaoua (20°30' L. N., 5 Lg. E.) à 500 km. à l'Ouest de Djado qui, passant au Nord de l'Adrar des Iforas, à Timissao se continue, avec quelques interruptions jusqu'au voisinage d'Araouan.

Enfin une troisième série de plateaux, commençant au voisinage du Faguibine se poursuit par le Tagant, l'Adrar de Mauritanie et le plateau de Zemmour, ce dernier encore bien peu connu, jusqu'à l'oued Draa. Dans une note récente [17], j'ai montré comment le Tagant se liait au plateau Mandingue. Dans la région du haut Draa, à l'Est du Siroua, les grès de Tikirt [43, p. 61] semblent correspondre à la chaîne d'Ougarta et le Dévonien du haut Atlas, à l'W du Siroua au plateau de Zemmour.

Ces grès formeraient ainsi un anneau presque complet entourant l'Ahaggar et le Sahara occidental. L'érosion les a certainement fait disparaître d'un grand nombre de régions, mais il semble cependant qu'une partie du désert qu'ils circonscrivent devait être émergée au Dévonien.

L'étude du Carbonifère en fournit un commencement de preuves : du Tassili des Ajjer jusqu'à l'oued Ziz, le Carbonifère accompagne le Dévonien, en se tenant au Nord des grès. D'In Azaoua à l'Adrar mauritanien, on connaît, en trois points, In Tedreft (19°3' L. N. ; 4°12' Lg. E.), Sounfat (20°52' L. N. ; 1°43' Lg. W) et haci El Motleh (14°25' L. N. ; 15°10' Lg. W) du calcaire carbonifère à la lisière sud ou ouest du plateau gréseux.

Mais dans le Haut plateau de Draa [66], au Nord d'El Eglab [29] et auprès de Taodéni<sup>1</sup> [15] le Carbonifère repose directement sur les schistes cristallins. Le Dévonien n'a jamais été signalé dans ces régions où la transgression du Carbonifère est remarquable. On ne sait pas à quel étage elle a atteint son maximum : le Dinantien, le Moscovien et probablement la base de l'Ouralien sont connus au Sahara, mais il est encore impossible de donner la répartition géographique de chacun de ces étages.

#### BIBLIOGRAPHIE.

1. — BERNET. Contribution à l'étude géologique de la Tripolitaine. *B. S. G. F.*, 4, XII, 1912, p. 385-413.
  2. — BLAIZOT. Les sources chaudes de Soboroum. *B. Com. Af. fr., Rens. col.*, XXVII, 1917, p. 193-195.
1. A Rezegallah, la base du Carbonifère est inconnue [30].

3. — CANCEL. A la poursuite de rezzou marocains : dans les Ergs El Atmina et Iguidi. *B. Com. Afr. fr., Rens. col.*, XXI, 1911, p. 169-171.
4. — CAYEUX. Les minerais de fer sédimentaires considérés dans leurs rapports avec la destruction des chaînes de montagnes. *C. R. Ac. Sc.*, 156, 14 avril 1913, p. 1185.
5. — CHAUTARD. Etudes sur la géographie physique et la géologie du Fouta Djallon. Paris, 1 vol., 1905.
6. — CHUDEAU. Sur la géologie du Sahara. *C. R. Ac. Sc.*, 144, 2 oct. 1905, p. 566.
7. — — D'In Zize à In Azaoua. *La Géogr.*, XV, 6, 1907, p. 401-420.
8. — — Excursion géologique au Sahara et au Soudan. *B. S. G. F.*, 4 VII, 1907, p. 319-346.
9. — — Phénomènes actuels et phénomènes récents au Sahara. *A. F. A. S.*, Reims, 1907, p. 389-400.
10. — — Sahara soudanais, 1 vol. Paris, 1909.
11. — — Note sur la géologie du Soudan. *B. S. G. F.*, 4, X, 1910, p. 317-332.
12. — — Note sur la géologie de la Mauritanie, *B. S. G. F.*, 4, XI, 1911, p. 413-425.
13. — — Nouveaux renseignements sur la Mauritanie, d'après le lieutenant Schmitt. *B. S. G. F., C. R. som.*, 4, XIII, 1913, p. 90.
14. — — Rectifications et compléments à la carte géologique du Sahara central. *B. S. G. F.*, 4, XIII, 1913, p. 172-182.
15. — — Excursion géologique au Nord et à l'Est de Tombouctou. *B. S. G. F.*, 4, XV, 1915, p. 95-112.
16. — — Le golfe Eocène du Sénégal, *B. S. G. F.*, 4, XVI, 1916, p. 303-308.
17. — — Le plateau Mandingue (Afrique occidentale), *B. S. G. F.*, 4, XVII, 1917, p. 117-135.
18. — — La dépression du Faguibine. *Ann. de géogr.*, XXVII, 1918, p. 43-60.
- 18 bis. — — Tectonique de l'Afrique occidentale. *C. R. Ac. Sc.*, 21 janvier 1918.
19. — CORTIER. Reconnaissance d'Ouallen à Achourat. 1 br. Paris, 1913.
20. — — Missions Cortier, 1 vol. Paris, 1914. [a. Les salines du Sahara soudanais. *La Géogr.*, XXV, 2, 1912, p. 91-98].
21. — et MALROUX: Adrar des Ifoghas, 2 feuilles à 1/500 000. *Service géographique du Ministère des Colonies*, 1912.
22. — et MALROUX. Carte de l'Air, 2 feuilles à 1/500 000. *Id.*
23. — COURTET, in CHEVALIER. L'Afrique centrale française, 1 vol. Paris, 1907, p. 621-690.
24. — DEREIMS. Résultats géologiques de la mission Paul Blanchet, in DOLLFUS. Les coquilles du Quaternaire marin du Sénégal. *Mém. S. G. F., Pal.*, XVIII, 1911, fasc. 3-4, p. 5-13.
25. — DOULS. Voyage d'exploration à travers le Sahara occidental et le Sud marocain. *B. S. Géogr.*, 7, IX, 1888, p. 437-479.
26. — DOUVILLÉ. Le Jurassique de l'Extrême-Sud tunisien. *B. S. G. F.*, 4, VIII, 1908, p. 152-154.
27. — FALCONER. The Geology and Geography of Northern Nigeria, 1 vol. London, 1911.
28. — FLAMAND. Recherches géologiques et géographiques sur le Haut pays de l'Oranie et sur le Sahara (Algérien et territoires du Sud). Lyon, 1911, in-4°, 1003 p., 137 fig. et 15 cartes dans le texte, 7 pl., cartes, 16 pl. paléontologie.
29. — FLYE-SAINTE-MARIE. Dans l'Ouest de la Saoura. *B. Com. Afr. fr.*,

- Rens. col.*, XV, p. 381-406, 470-484; appendice par MUSSEL: Aperçu géologique sur l'Erg Igidi et sur la région d'El Eglab, p. 533-541.
30. — FOUREAU. Documents scientifiques de la Mission saharienne. Paris, 1905 [E. HAUG, *Paléontologie*, p. 751-832; L. GENTIL, *Pétrographie*, p. 697-749].
31. — FREYDENBERG. Le Tchad et le bassin du Chari (Thèse). Paris, 1908.
32. — GARDE. Description géologique des régions situées entre le Niger et le Tchad et à l'Est et au Nord-Est du Tchad (Thèse). Clermont-Ferrand, 1910.
- 32 bis. — — Itinéraire géologique N-S, du Niger à Savé, à travers le Dahomey septentrional et central. *La Géogr.*, XXVI, oct. 1912.
33. — GAUTIER. Contribution à l'étude géologique du Sahara (Saoura-Gourara-Touat). *B. S. G. F.*, 4, VI, 1906, p. 729-766.
34. — — (et CHUDEAU). Esquisse géologique du Tidikelt et du Mouydir Ahnet. *B. S. G. F.*, 4, VII, 1907, p. 195-218.
35. — — Sahara algérien, 1 vol. Paris, 1908.
36. — — La Meseta sud oranaise. *Ann. de géogr.*, 1909.
37. — — Les Hauts plateaux algériens. *La Géogr.*, XXI, 2, 1910, p. 89-98.
38. — — Le chott Tigri. *Ann. de Géogr.*, XXV, 1916, p. 181-189.
39. — GENTIL. Itinéraire dans le Haut Atlas marocain. *La Géogr.*, XVII, 3, 1908, p. 177-200.
40. — — Esquisse géologique du massif des Beni Snassen. *B. S. G. F.*, 4, VIII, 1908, p. 391-417.
41. — — Les mouvements orogéniques anciens dans le Haut Atlas marocain. *C. R. Ac. Sc.*, 150, 17 mai 1910, p. 1275-1278.
42. — — L'Amalat d'Oujda. *La Géogr.*, XXIII, 1911, p. 330.
43. — — Le Maroc physique. 1 vol. Paris, 1912, 320 p.
44. — GROTH. Les schistes à Goniatites de Guadalmez. *C. R. Ac. Sc.*, 158, 16 février 1914, p. 525-526.
45. — — La Sierra Morena. *C. R. Ac. Sc.*, 158, p. 1722-1724, 8 juin 1914.
46. — HAUG. Les Géosynclinaux et les aires continentales. *B. S. G. F.*, 3, XXVIII, 1900, p. 617-711.
47. — — Sur la structure géologique du Sahara central. *C. R. Ac. Sc.*, 7 août 1905.]
48. — — Sur les relations tectoniques et stratigraphiques de la Sicile et de la Tunisie. *B. S. G. F.*, 4, VI, 1906, p. 355-356.
49. — HUBERT. Etat actuel de nos connaissances sur la géologie de l'Afrique occidentale. 1 carte à 1/5 000 000. Paris, 1911.
- 49 bis. — — Mission scientifique au Dahomey, 1 vol. Paris, 1908. La carte géologique a paru aussi dans *La Géogr.*, XVII, 1908, pl. iv.
50. — — Sur de nouvelles observations concernant la géologie de l'Afrique occidentale française. *B. S. G. F.*, *C. R. som.*, 4, XIII, 1913, p. 187.
51. — — Sur l'extension probable des formations tertiaires en Afrique occidentale. *B. S. G. F.*, 4, XVII, 1917.
52. — JOLEAUD. Sur la tectonique de la Numidie nord-orientale et de la Tunisie septentrionale. *B. S. G. F.*, *C. R. som.*, 4, XIV, 1914, p. 144-146.
53. — JOLY. Note géographique sur le Sud tunisien. *B. S. géogr. d'Alger*, 1908 et 1909.
54. — — Le plateau steppien d'Algérie: relief et structure. *Ann. de géogr.*, XVIII, 1909, p. 162-173 et 238-252.
55. — E. JOURDY. Note sur les études géologiques des officiers dans le Sud oranais, *B. S. G. F.*, *C. R. som.*, 4, VIII, 1908, p. 13-14.

56. — H. JOURDY. Observations dans l'extrême Sud-tunisien. *B. S. G. F.*, 4, 1908, VIII, p. 144-151.
57. — LALLEMAND. Sur la mesure des mouvements généraux du sol, au moyen de nivellements répétés et de longs intervalles. *A. F. A. S.*, Reims, 1908, p. 73-83.
58. — René DE LAMOTHE. Contribution à l'étude géologique des territoires du Haut-Sénégal-Niger. *B. S. G. F.*, 4, IX, 1909, p. 526-539.
59. — Albert DE LAPPARENT. Les surprises du désert : un lac à Tombouctou, *Le Correspondant*, 146, 10 janvier 1896, p. 32-47.
60. — — Leçons de géographie physique. 3<sup>e</sup> éd. Paris, 1907.
61. — LEMOINE (et CORTIER). Quelques données sur la géologie du Sahara et du Soudan. *B. S. G. F.*, 4, IX, 1909, p. 407-415.
62. — — Données géologiques sur l'Ouadaï et les pays limitrophes, d'après les renseignements du C<sup>me</sup> Arnaud. *Bul. Com. Afr. fr., Rens. col.*, XXII, 1912, p. 327-335, et *A. F. A. S.*, Dijon, 1911, p. 352-355.
- 62 bis. — — Afrique occidentale, *Handbuch der regionalen Geologie*, 1913.
63. — LENZ. Geologisch Karte von W. Afrika 1/12 500 000, *Petermann's Mitth.*, XXVIII, 1882, I.
64. — LOEFLER. La pacification du Tibesti. *Bul. Com. Afr. fr., Rens. col.*, XXVI, 1917, p. 173-199, 1 carte à 1/3 000 000.
65. — MARTIN. Reconnaissance de la région sud et ouest de l'Erg Igidi. *Bul. Soc. géog. d'Alger et de l'Afr. du N.*, XVIII, 1913, p. 601-633, 1 carte à 1/1 000 000.
66. — — Reconnaissance exécutée par la compagnie saharienne de la Saoura. *Bul. Soc. géogr. d'Alger et de l'Af. du N.*, XIX, 1914, p. 151-172, 1 carte à 1/1 000 000.
67. — NIEGER. Du Touat à Taoudenni. *La Géogr.*, XVI, 6, 1907, p. 361-384.
68. — — Résultats scientifiques d'ensemble de la mission du Transafricain. *La Géogr.*, XXIX, 1, 1914, p. 73-113.
69. — PERVINQUIÈRE. Le Sud tunisien. *Revue de géogr. annuelle*, III, 1909, p. 395-470.
70. — — Sur la géologie de l'extrême Sud tunisien et de la Tripolitaine. *B. S. G. F.*, 4, XII, 1912, p. 143-193.
71. — POIRMEUR. Essai de carte géologique de la région Guir-Zousfana (Sud-Oranais). *B. S. G. F.*, 4, VI, 1906, p. 724-728.
72. — ROUX. Les plis des environs de Redeyef (Sud Tunisien). *B. S. G. F.*, *C. R. som.*, 4, XI, 1911, p. 175-176.
73. — RUSSO. Aperçu sur la géophysique et la géologie du Maroc central. *B. S. géogr. du Maroc*, I, 1916, p. 19-36.
74. — SCHMITT. Le Sahara occidental. *La Géogr.*, XXVII, 4, 1913, p. 241-261.
75. — SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE. Sahara à 1/1 000 000 : In Salah, 1911 ; Touat, 1912.
76. — SUSS. La Face de la Terre.
77. — TERMIER. Sur la genèse des terrains cristallophylliens. *XI<sup>e</sup> Congrès géol. international*. Stockholm, 1910, p. 587-595.
78. — — Les problèmes de la géologie tectonique de la Méditerranée occidentale. *Revue gén. des Sc.*, XXII, 1911, p. 225-234.
79. — TRUFFERT. Le massif des M'Brès. *Revue gén. des Sc.*, XIII, 1902, p. 77-92.
80. — VILLATTE. Contribution à l'étude du magnétisme terrestre dans le Sahara. *La Géogr.*, XXV, 3, 1912, p. 179-184.

*HIPPALIOSINA*  
UN NOUVEAU GENRE DE BRYOZOAIRES

PAR F. Canu <sup>1</sup>.

Dans sa dernière permission, le capitaine Duvergier m'a communiqué de superbes spécimens du *Hemieschara Sandbergeri* REUSS, 1869. Je n'avais pas eu la chance de retrouver cette espèce à Gaas où elle avait été jadis signalée. Sa découverte dans l'Aquitanien m'a permis d'en faire l'étude minutieuse. Elle est très voisine de *Escharella rostrigera* SMITT, 1872, espèce récente de la Floride que je viens d'observer à l'état fossile en Amérique. La comparaison de ces différents matériaux me permet de conclure à la création d'un nouveau genre dans la famille des *Hippopodinæ* LEVINSEN, 1909.

Ce nouveau genre, déjà remarquable en lui-même, est très intéressant, car il permet de suivre la contraction de la zone équatoriale depuis l'Oligocène.

Nous connaissons deux espèces récentes et trois espèces fossiles.

*Hippaliosina* n. g.

*L'ovicelle est endozoœcial. L'apertura est allongée, elliptique, séparée en deux parties par deux cardelles triangulaires, le poster est plus petit que l'anter. Les zoécies ovicellées n'ont pas de cardelles. La frontale est un pleurocyste granuleux surmontant un olocyste perforé latéralement par des pores aréolaires. Il y a deux aviculaires de chaque côté de l'apertura. Génotype Escharella rostrigera SMITT, 1872. — Rupélien, récent.*

La famille des Hippopodinées n'est peut-être pas très naturelle, car la larve n'est pas connue. Nous y classons toutes les espèces dont l'ovicelle est endozoœciale. Cependant notre nouveau genre est incontestablement très voisin des genres *Hippopodina* LEVINSEN, 1909, et *Cheilopora* LEVINSEN, 1909 qui caractérisent la famille. Il en diffère seulement par la fonction de calcification; le dépôt du trémocyste est remplacé par le dépôt d'un pleuro-

1. Note présentée à la séance du 4 février 1918.



cyste granuleux consécutif à la persistance de pores aréolaires latéraux.

Le genre *Metrarabdotos* CANU, 1914, présente aussi des pores aréolaires latéraux et un pleurocyste. Mais la fonction hydrostatique s'opère ici par une vanne et non par une rimule ; de plus les ovicelles sont totalement différentes.

### *HIPPALIOSINA ROSTRIGERA* SMITT, 1872

1872. *Escharella rostrigera* SMITT. Floridan Bryozoa, p. 57, pl. 10, fig. 203-205.

#### Zoécies ordinaires <sup>1</sup>.

$$\text{Apertura } \left\{ \begin{array}{l} \text{ha} = 0,15 \\ \text{la} = 0,10 \end{array} \right. \quad \text{Zoécie } \left\{ \begin{array}{l} \text{Lz} = 0,44-0,50 \\ \text{lz} = 0,30 \end{array} \right.$$

#### Zoécies ovicellées.

$$\text{Apertura } \left\{ \begin{array}{l} \text{ha} = 0,16 \\ \text{la} = 0,16-0,17 \end{array} \right. \quad \text{Zoécie } \left\{ \begin{array}{l} \text{Lz} = 0,50 \\ \text{lz} = 0,38 \end{array} \right.$$

Les zoécies ovicellées ont une apertura plus grande et transverse, de forme assez irrégulière d'ailleurs. Smitt a signalé et figuré une apertura elliptique mesurant 0,36 de largeur. Cette variation doit être assez rare car je ne l'ai jamais observée sur mes spécimens fossiles. Dans l'espèce australienne, au contraire, les petites zoécies ovicellées paraissent absentes.

Il ne faut pas confondre ces zoécies ovicellées avec les génésies. Ces dernières ne contiennent pas de polypide ; l'ovaire seule en occupe la cavité intérieure. L'ovicelle est peu saillante, peu visible, mais toujours apparente, sur nos spécimens fossiles ; les zoécies qui les portent sont surtout plus larges.

Cette espèce a été draguée au Sud de la Floride et au voisinage immédiat du Tropique du Cancer. Cette situation spéciale nous permettra de contrôler la contraction de la zone équatoriale depuis la période oligocène.

*Distribution géologique.* — Miocène de Pétersbourg (Virginie), de Natural Well (Caroline du Nord). Pliocène de Waccamaw (Caroline du Sud), de Monroe (Floride).

*Habitat.* — Sud de la Floride par 56-69 m. de fond.

1. Les mesures ont été prises sur les spécimens fossiles.

*HIPPALIOSINA BREVIROSTRIS nom. nov.*

1889. *Lepralia depressa* WATERS. Bryozoa from New South Wales : *Annals and Magazine of Natural History*, (6), IV, p. 13, pl. 1, fig. 13-16.  
 1890. *Lepralia depressa* KIRKPATRICK. Reports on the zoological collections made in Torres Strait : *Scientific Proceed. R. Dublin Soc.* VI, p. 612.

$$\text{Apertura} \left\{ \begin{array}{l} \text{ha} = 0,10-0,12 \\ \text{la} = 0,09 \end{array} \right. \quad \text{Zoécie} \left\{ \begin{array}{l} \text{Lz} = 0,56-0,64^1 \\ \text{lz} = 0,24 \end{array} \right.$$

Waters, en 1889, a donné des figures très exactes de cette espèce. L'opercule des zoécies ordinaires porte latéralement de longues et fortes attaches musculaires. L'opercule des zoécies ovicellées est transverse et mesure 0,13 de largeur.

Waters identifie des spécimens australiens avec le *Lepralia depressa* BUSK, 1875, jadis dragué dans la Mer Egée ; il a paraît-il fait la comparaison avec le type du British Museum. La différence avec la figure donnée par Busk est tellement grande qu'il convient d'attendre une nouvelle photographie et de réserver cette identification. J'ai donc donné un nom nouveau à l'espèce australienne.

*Affinités.* — Cette espèce diffère de *Hippaliosina rostrigera* SMITT, 1872, par ses dimensions micrométriques plus petites, par ses aviculaires beaucoup moins allongés, presque orbiculaires, par l'absence de pores aréolaires distaux sur les zoécies ovicellées et par une plus grande différence entre les deux opercules.

*Habitat.* — Port-Jackson (Australie) et détroit de Torres (24-32 mètres).

*HIPPALIOSINA LAXIPORA nom. nov.*

1885. *Lepralia rostrigera* WATERS. Chilostomatous Bryozoa from Aldinga and the River-Murray Cliffs : *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, XLI, p. 298.  
 1887. *Lepralia rostrigera* WATERS. On Tertiary Chilostomatous Bryozoa from New Zealand : *Quat. J. Geol. Soc.* XLIII, p. 61, pl. 7, fig. 17.

Les renseignements fournis sur cette espèce par Waters sont quelque peu contradictoires. En 1885 il donne 0,14 comme largeur de l'apertura et 0,22 en 1887. Après avoir écrit que le fossile australien était orné de grands pores frontaux, il constate que le fossile néo-zélandais a une frontale ponctuée et granulée.

1. Les mesures ont été prises sur les figures de Waters.

La figure dessinée en 1887 ne laisse aucun doute sur l'attribution de cette espèce à notre genre. De plus, il est certain que son apertura est *la plus large* ; ainsi nous constatons :

<i>Hipp. rostrigera</i> ...	0,08-0,10	<i>Hipp. Sandbergeri</i> ..	0,10
— <i>brevirostris</i> ..	0,09	— <i>laxipora</i> .....	0,14-0,22

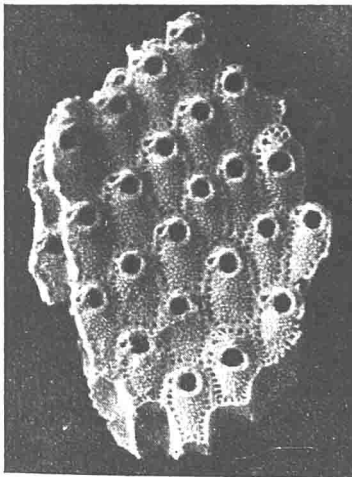
Cette espèce diffère nettement du génotype *Hippaliosina rostrigera* SMITH, 1872, non seulement par ses dimensions micrométriques beaucoup plus grandes, mais encore par ses aviculaires elliptiques dépourvus d'un long bec oblique disposé au-dessus de l'apertura. Ces différences justifient notre nouveau vocable.

*Distribution géologique.* — Miocène d'Australie méridionale. Pliocène de Nouvelle-Zélande.

### *HIPPALIOSINA SANDBERGERI* REUSS, 1869

1869. *Hemischara Sandbergeri* REUSS. Zur fossilen Fauna der Oligocänschichten von Gaas ; *Sitzungsberichte der kais. Akad. der Wissenschaften*, I, p. 27, pl. 4, fig. 3.

Je n'ai pas eu la chance de retrouver cette espèce à Gaas ; mais récemment le capitaine Duvergier m'en a envoyé de superbes spécimens provenant de l'Aquitainien supérieur de Léognan (Le Thil). « (fig. 1),



Zoécies ordinaires.

$$\text{Apertura} \begin{cases} \text{ha} = 0,12 \\ \text{la} = 0,10 \end{cases} \quad \text{Zoécie} \begin{cases} \text{Lz} = 0,50 \\ \text{lz} = 0,30 \end{cases}$$

Zoécies ovicellées.

$$\text{Apertura} \begin{cases} \text{ha} = 0,12 \\ \text{la} = 0,14 \end{cases} \quad \text{Zoécie} \begin{cases} \text{Lz} = 0,60 \\ \text{lz} = 0,30 \end{cases}$$

Reuss n'a pas figuré les zoécies ovicellées, de sorte que je ne suis pas rigoureusement certain de la détermination, cependant les zoécies ordinaires sont absolument semblables, sauf les aviculaires qui paraissent un peu moins obliques sur la figure de Reuss, obliquité d'ailleurs très difficile à évaluer par un dessinateur.

FIG. 1. — *Hippaliosina sandbergeri* REUSS, 1869. —  $\times 25$ , Aquitainien supérieur de Léognan (Le Thil), Gironde.

Cette espèce est très voisine du génotype *Hippaliosina rostrigera* SMITT, 1872. Les mesures micrométriques sont à peu près identiques ; l'apertura est un peu moins allongée et les zoécies sont moins rectangulaires. Les zoécies ovicellées sont plus différentes, moins larges, plus longues, avec une ovicelle plus grande.

*Distribution géologique.* — Rupélien (Stampien) de Gaas. Aquitaniens supérieur de Léognan (Le Thil), Gironde.

### *HIPPALIOSINA CLAVULA* MANZONI, 1869

1869. *Lepralia clavula* MANZONI. Briozoi fossili Italiani. Terza Contribuzione. *Sitzungsberichte Ak. Wissensch. Cl. LX*, Bd. I, p. 8, pl. 2, fig. 9.
1874. *Lepralia clavula* REUSS. Die fossilen Bryozoen des Oesterreichisch-Ungarischen Miocäns : *Denkschriften der k. Akademie der Wissenschaften*, XXXIII, p. 21, pl. 8, fig. 1.
1877. *Lepralia clavula* MANZONI. Bryozoaies du pliocène supérieur de l'île de Rhodes : *Mém. Soc. géol. Fr.*, (3), I, p. 64, pl. III, fig. 15.
1887. *Lepralia clavula* PERGENS. Bryozoen von Rhodes : *Annalen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums*, II, p. 30.
- ? 1887. *Schizoporella clavula* WATERS. On Tertiary Chilostomatous Bryozoa from New Zeland : *Quat. Journal Geol. Soc. London*, XLIII, p. 65.

Les superbes figures de Manzoni et de Reuss ne laissent aucun doute sur l'attribution de cette espèce à notre nouveau genre. Il n'y a généralement qu'un seul aviculaire oral, mais les deux auteurs ne sont pas d'accord sur leur longueur. Elle diffère de *Hippaliosina rostrigera* SMITT, 1872, par son apertura plus allongée et non transverse sur les zoécies ovicellées. La différence avec *Hippaliosina Sandbergeri* REUSS, 1869, est aussi très minime et ne paraît consister qu'en l'absence de costules aréolaires. En l'absence de mesures micrométriques et de spécimens nouveaux, il est difficile de faire des comparaisons.

D'après la description qu'il en donne, l'espèce de Waters est certainement une espèce distincte.

En Transylvanie, à Lapugy, le niveau exact où le fossile a été trouvé n'est pas bien défini ; il est simplement qualifié de Miocène par Manzoni.

*Distribution géologique.* — Helvétien d'Italie, dans la colline de Turin (Manzoni). Miocène de Lapugy, en Transylvanie (Reuss), Sicilien de Rhodes (Manzoni).

## ESPÈCES DOUTEUSES

*Lepralia depressa* BUSK, 1875<sup>1</sup>. — Smitt et Waters ont rapproché et même identifié leurs spécimens avec cette espèce. Réellement je n'en vois pas la possibilité. En admettant que les dessins de l'auteur anglais fussent un peu négligés (ce qui n'était pas dans ses habitudes), les différences restent assez grandes pour ne pas permettre ces attributions. D'autre part les rapports des mesures micrométriques entre elles sont absolument différentes de ceux que nous avons observés sur les espèces précitées. Je pense que pour classer l'espèce de Busk, nous devons attendre qu'une bonne photographie soit donnée de l'original du British Museum. C'est une espèce de la Mer Egée.

*Lepralia depressa*, var. WATERS 1882-1885<sup>2</sup>. — C'est un fossile australien que Waters rapproche de l'espèce de Busk par la forme de l'apertura. Il écrit que son ovicelle est petite, globulaire, saillante, granulée ; ce qui n'est pas du tout usuel dans le nouveau genre. De plus il signale que l'aviculaire n'est pas oral mais placé plus bas, latéralement et très éloigné de l'apertura. Aucune figure n'ayant été donnée je ne pense pas que cette variété puisse être introduite dans le nouveau genre.

*Contraction de la zone équatoriale.*

Le géotype *Hippaliosina rostrigera* a été dragué vers le 22 parallèle, à peu de distance du Tropique du Cancer, où il paraît avoir trouvé ses meilleurs moyens d'existence. Nous pouvons imaginer que les fossiles aient vécu dans les mêmes conditions et que leur présence implique simultanément le voisinage du Tropique. Dans ce cas, leur distribution géologique indiquerait le déplacement de cette ligne à travers les âges et, conséquemment, la contraction de la zone équatoriale.

En utilisant les localités connues nous pouvons construire le tableau suivant pour l'hémisphère nord.

1. British Museum Catalogue, II, p. 75, pl. 91, fig. 3-4.

2. 1882. WATERS. On Chilostomatous Bryozoa from Bairnsdale: *Quarterly Journal of the Geological Society*, XXXVIII, p. 509.

1885. WATERS. Chilostomatous Bryozoa from Aldinga: *Quarterly Journal of the Geological Society*, XLI, p. 298.

<i>Espèces</i>	<i>Distribution géologique</i>	<i>Latitudes</i>
<i>H. clavula</i>	Helvétique d'Italie.....	45°
—	Pliocène de Rhodes.....	36°
<i>H. Sandbergeri</i>	Aquitainien de la Gironde.....	44°
<i>H. rostrigera</i>	Miocène moyen de Virginie.....	37°
—	Miocène sup. de Caroline du Nord.	35°
—	Pliocène inf. de Caroline du Sud..	33°
—	Pliocène supérieur de Floride.....	25°
—	Récemment en Floride.....	22°

L'interprétation de ce tableau indique d'une façon saisissante la descente rapide et continue du Tropique vers l'Equateur. Aucune espèce du genre n'existe dans les faluns de Touraine (49° parallèle), situés en dehors de la zone équatoriale. Au contraire l'Helvétique d'Italie, par *H. clavula*, en était plus voisine. Cette dernière espèce n'existe pas dans le Pliocène européen le plus méridional.

*H. Sandbergeri* n'ayant pu émigrer vers le Sud, probablement par l'obstacle d'un barrage continental, s'est éteint sur place. Il est très probable qu'il sera retrouvé dans les dépôts oligocènes plus septentrionaux.

Pour l'hémisphère sud le phénomène est moins sensible à cause des conditions géographiques défavorables. Cependant alors que l'espèce fossile *H. laxipora* a été observée sur le 35-36° parallèle, l'espèce récente n'a été pêchée que plus près de l'Equateur, du 34° au 10° parallèle. L'émigration vers le Nord, vers l'Equateur semble donc un phénomène aussi réel que dans l'autre hémisphère.

Les Bryozoaires, par leur genre de vie, par leur abondance dans les courants marins, sont généralement assez cosmopolites. Il est remarquable que le genre *Hippaliosnia* ait été si sensible aux variations extérieures. C'est un phénomène nouveau qui méritait d'être connu.

## OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES

FAITES SUR LE BORD MÉRIDIONAL DU LAC MOURISCOT,  
PRÈS BIARRITZ

PAR Jules Welsch <sup>1</sup>.

Les accidents géologiques que l'on constate sur le littoral des Basses-Pyrénées, dans la falaise de Caseville-Sacchino, ont donné lieu à de nombreuses interprétations dont on peut trouver les traces dans nos divers *Bulletins*, entre autres, en 1896, 1900, 1902, etc.

En allant du Sud au Nord, on trouve : 1° les calcaires rouges daniens, du four à chaux de Caseville, très fissurés, mais en bancs très nets, plongeant vers le Nord ; 2° des argiles bariolées, rouges, vertes, brunes, gypsifères, dites triasiques <sup>2</sup> ; 3° des bancs marneux très brouillés avec brèche de friction de M. Carez ; 4° des calcaires à lits de silex et des calcaires marneux souvent schisteux de la *formation de Bidache*, rapportée habituellement au Cénomani. La falaise de Sacchino disparaît alors, elle fait place à des dunes, dites d'Ibarritz, et au delà, on trouve la falaise nummulitique de Handia, formée de calcaires jaunes et surtout de calcaires marneux bleuâtres.

Si les argiles gypsifères sont triasiques, elles se trouvent comprises entre deux failles.

Il est difficile de suivre, à l'intérieur des terres, les accidents visibles sur la côte ; on ne voit pas facilement les assises minces des argiles gypsifères, qui sont contournées et fragmentées, ni les couches qui les surmontent immédiatement.

J'ai eu l'occasion d'étudier, en 1916 et en 1917, une tranchée nouvelle située près des calcaires daniens roses exploités sur la rive méridionale du lac Mouriscot, à un niveau inférieur à celui de la sortie nord du tunnel du chemin de fer, qui se trouve entre la Négresse et la gare de Bidart, dessous la route nationale d'Espagne.

1. Note présentée à la séance du 18 février 1918.

2. Il ne faut pas oublier que Crouzet et de Freycinet les plaçaient, en 1853, dans un étage de la craie de Briscous ou étage gypso-salifère. Étude géologique sur le bassin de l'Adour, *Annales des Mines*, 5<sup>e</sup> série, t. IV, p. 364.

On exploite les marnes bleues à *Serpula spirulæa* dans le vallon de ce lac Mouriscot, pour la tuilerie de la Négresse, appartenant à M. Moussempès, et la terre à briques était montée sur la route nationale au moyen de tombereaux du pays. Depuis, on a installé un plan incliné actionné par l'électricité ; la partie supérieure est soutenue par des piliers en fer au-dessus du sol et aboutit sur la route nationale, un peu à l'Est du coude de cette route situé au-dessus du tunnel ; la partie inférieure est en tranchée juste au-dessus du chemin qui longe le bord sud du lac Mouriscot pour aboutir à l'ancien passage à niveau de la Négresse. Voici ce que montre cette petite tranchée, de bas en haut : 1° *n*, plusieurs mètres de calcaire marneux blanc jaunâtre à petites Nummulites, avec *Serpula spirulæa* et *Ostrea eversa* MELLEV. var.; c'est le niveau des marnes bleuâtres du vallon de Behereco, exploitées notamment dans la grande carrière du bas de la vallée de Mouriscot, carrière où aboutit le petit chemin de fer du plan incliné. Ces marnes correspondent à la falaise de Handia.

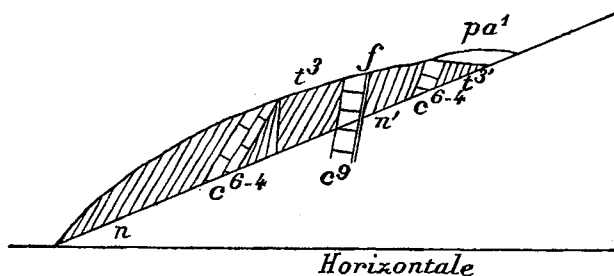


FIG. 1. — COUPE PRISE LE LONG DU PLAN INCLINÉ MOUSSEMPÈS.

*n*, *n'*, Marnes nummulitiques ; *c<sup>6-4</sup>*, Formation de Bidache (Cénomanien) ; *t<sup>3</sup>*, *t<sup>3'</sup>*, Marnes bariolées gypsifères ; *c<sup>9</sup>*, Calcaire danien ; *pa<sup>1</sup>*, Terrain de transport ; *f*, Faille.

2° Calcaires à silex de la formation de Bidache *c<sup>6-4</sup>* avec marnes intercalées ; les bancs sont brisés sur l'affleurement, plongeant au Nord de 45° environ, avec un banc blanc grisâtre grenu, épais de 50 cm. environ à silex aplati très caractéristique ; l'affleurement n'a que quelques mètres d'épaisseur et se termine par des marnes gris noirâtre schisteuses à bandes jaunes, redressées verticalement, plongeant cependant au Nord, toujours de la même formation caractéristique.

3° Marnes argileuses marbrées *t<sup>3</sup>* avec gypse fibreux et de nombreux fragments scorifiés et calcite fibreuse. Je n'ai pu y trouver de fossiles.



4° Calcaires durs  $c^9$ , en fragments sur une épaisseur de 50 cm. seulement, rappelant les calcaires daniens blancs ; mais ils ne sont pas colorés en rose rougeâtre.

5° De nouveau, brusquement, on a des marnes blanchâtres  $n'$  à petites Nummulites, analogues aux premières  $n$  du bas de la coupe, plongeant probablement vers le Nord ; mais la stratification n'est pas très visible.

6° Encore des fragments calcaires à bancs de silex de la formation de Bidache  $c^{6-4}$  ; la hauteur de la tranchée est de plus en plus réduite.

7° De nouveau, quelques traces d'argiles grises et violacées gypsifères.

8° Au-dessus, à la fin de la coupe, on voit des sables argileux avec des cailloux roulés et des argiles ocreuses jaunâtres et rougeâtres du terrain de transport  $pa^1$ . On l'a toujours assimilé à tort à la formation des Sables des Landes, qui ne lui ressemble pas du tout. Ce terrain de transport est d'âge pliocène supérieur et quaternaire ; il renferme souvent des argiles rouges, visibles notamment dans la falaise de Handia et dans le vallon de Cénitz, au Sud de Guétary, qui peuvent être confondues avec les argiles du Trias.

Je n'ai vu nulle part de l'ophite dans le voisinage.

On ne peut suivre les diverses assises de cette coupe, à la surface du sol, même dans le vallon qui est au Sud, où se trouve une fontaine aménagée avec lavoir, qui sert au quartier de Dibara, lequel se trouve sur la route nationale ; tout est couvert de végétation, arbres et landes.

En montant de la fontaine jusqu'à la route nationale, on constate que le sol en pente est de couleur claire ; il est formé de marnes probablement sénoniennes.

On ne voit rien non plus de très net entre la coupe ci-dessus et la carrière de calcaire rougeâtre daniens signalée par J. Bergeron<sup>1</sup>, sauf le prolongement des marnes nummulitiques  $n$ , le long du chemin inférieur. Cependant, au Sud de cette petite carrière, en allant vers la voie et l'entrée du tunnel, on trouve des calcaires blancs daniens ou sénoniens.

Plus au Nord-Est ; on voit des calcaires à silex de Bidache en fragments brisés ; je me suis demandé s'ils étaient en place ou s'ils représentaient des déblais du tunnel du chemin de fer et de la tranchée qui est au commencement. On voit en avant de nom-

1. Observations faites sur le bord méridional du lac de Mouriscot, près Biarritz. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, p. 22-26, 1900.

STUART-MBENTHATH. Sur la coupe du lac de Mouriscot, près Biarritz. *Id.*, p. 614. 12 novembre 1918. *Bull. Soc. géol. de Fr.* (4), XVIII. — 7.

breux fragments de calcaires roses daniens qui peuvent provenir de l'entrée du tunnel. Il y a aussi beaucoup de déblais de calcaires marneux blancs et marnes conchoïdes blanc grisâtre venant du tunnel dont la sortie sud est dans la formation correspondante d'âge sénonien ( $c^7-8$  sur la Carte à 1/80 000).

Je n'ai pu suivre non plus les assises indiquées sur ma coupe, à cause du terrain de transport et de ses éboulis, jusque dans le vallon de Behereco, qui est parallèle à la route de Biarritz à Bidart et au littoral, et qui aboutit au ruisseau de Mouligna-Mouriscot ; il y a là de nombreuses carrières creusés dans les marnes nummulitiques à *Serpula spirulæa* et *Orthophragmina*. On ne voit le sous-sol que dans ces marnières, en réalité ; elles ont été exploitées pour amendements et pour les tuileries, et sont à peu près abandonnées. Je pense que le prolongement des assises de la coupe passe entre ces marnières et ne va pas au Sud jusqu'aux maisons de Caseville.

Pour mémoire, j'ajoute que la faille, indiquée sur la Carte géologique à 1/80 000, feuille de Bayonne (1906), devrait être déplacée de 2 mm. au Nord, sur le point que j'indique ici. Cette faille est celle qui est dédoublée sur la carte pour englober les marnes gypsifères  $t^3$  de la côte.

En résumé, la tranchée étudiée dans cette note montre bien la superposition du Calcaire de Bidache  $c^{6-4}$  sur les argiles gypsifères  $t^3$ , comme l'a indiqué M. Bergeron, dans le voisinage ; mais je n'ai pas constaté la superposition des calcaires roses daniens au calcaire de Bidache, et je ne crois pas qu'il y ait là un anticlinal ; je me défie, du reste, des coupes établies sur des sondages que l'on n'a pas pu suivre personnellement. Je ne suis pas certain non plus qu'il y ait deux contacts anormaux, mais il y en a certainement un, où j'ai placé une faille sur la coupe. S'il y a au moins deux contacts anormaux, cela pourra être une confirmation de la coupe publiée sur le littoral par M. Léon Bertrand<sup>1</sup>.

Il ne m'a pas été possible non plus de voir, dans cette tranchée, les marnes schisteuses à Orbitolines et la brèche de friction signalées, pour la première fois, par M. Carez, sur le littoral<sup>2</sup>.

En résumé, je ne donne cette coupe que comme une contribution montrant la complexité de la géologie de cette région et l'existence d'accidents très compliqués.

1. Contribution à l'étude géologique des environs de Biarritz, Bidart et Bayonne. *B. S. G. F.*, (4), II, p. 83, 1902.

2. Coupe de falaises de Biarritz et Bidart Basses-Pyrénées). *B. S. G. F.*, (3), XXIV, p. 392, 1896.

COUPE GÉOLOGIQUE DE LA COLLINE SITUÉE AU NORD-EST  
DE CROUY-SUR-OURCQ,  
SUIVANT LA ROUTE D'HERVILLIERS (S.-ET-M.)

PAR R. Charpiat<sup>1</sup>.

YPRÉSIEEN. — La partie NE du village de Crouy-sur-Ourcq (S.-et-M.) est bâtie sur l'Yprésien<sup>2</sup>.

Passé la borne hectométrique 43 (alt. conv. 0 m.)<sup>3</sup>, de la route qui conduit à Hervilliers, on se trouve sur le Lutétien inférieur.

LUTÉTIEN INFÉRIEUR. — Les sables glauconieux sont assez bien représentés : on peut en relever la coupe au Nord du cimetière, contre le talus de la route, ainsi qu'à la base d'une ancienne carrière ouverte dans le Calcaire à Nummulites.

Ce calcaire a une épaisseur de 8 m. environ. Dans les fossés, à l'hm. 45 (alt. conv. 10 m.), affleurent des blocs des couches supérieures du banc à Nummulites.

Le « Banc Saint-Leu » le surmonte directement. Il est peu épais ; on le suit dans le fossé sud, sur une longueur de 3 à 4 m. Au-dessus, font saillie quelques blocs du « Banc à Verins » qui, assez puissant et exploité sur la colline nord, semble ici finir en biseau.

Le Lutétien inférieur paraît se terminer par les « Vergelés ». Nous n'avons pas trouvé le « Banc Royal », ni la couche d'argile verte qui, dans la vallée de l'Aisne, sépare presque constamment le Lutétien inférieur du Lutétien supérieur.

LUTÉTIEN SUPÉRIEUR. — Ce sous-étage débute par un calcaire compact, en plaquettes de 2 à 3 cm. d'épaisseur, qui vraisemblablement, correspond au « Liais ».

Au-dessus, vient le « Banc Vert », lequel, aux endroits où il affleure dans les fossés, pourrait être pris pour un sable marneux.

Les « Caillasses » coquillères et azoïques, terminent cet étage. On les trouve sous forme de plaquettes calcaires ou de fragments anguleux de silex, sur les champs labourés. Leur affleure-

1. Note présentée à la séance du 4 mars 1918.

2. Voir R. CHARPIAT. Les sables glauconieux du Lutétien inférieur dans la vallée de l'Ourcq (coupe XIV). *Bull. du Muséum nat. d'H. N.*, fév. 1918.

3. Les différences de niveau ont été prises avec l'altimètre Radiguet.

ment permet d'établir d'une façon assez précise, la limite supérieure du Lutétien.

**LIMON DES PLATEAUX.** — En deçà de la borne 49 (alt. conv. 35 m.), on aperçoit sous la terre végétale, et formant par endroits le fond des fossés, un sable argileux, rougeâtre : le Limon des plateaux. D'une épaisseur qu'il ne nous a pas été possible de préciser, il recouvre l'espèce de plateforme intermédiaire qui s'étend de l'hm. 49 à l'hm. 55.

W

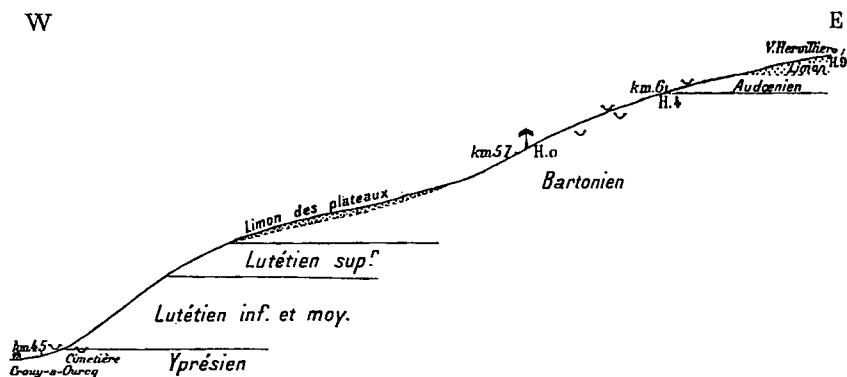


FIG. 1. — Coupe géologique de la COLLINE SITUÉE AU NE DE CROUY-SUR-OURCQ (S.-ET-M.) SUIVANT LA ROUTE D'HERVILLIERS.

Long. : 1/20 000 ; haut. : 1/2 000.

**SABLES DE BEAUCHAMP (Bartonien).** — A partir de ce point (hm. 55), affleurent dans les fossés, soit des sables roux, soit des grès *bartoniens*, en dalles présentant sur leurs faces, des circonvolutions. Entre l'hm. 56 et l'hm. 57, ces dalles de grès émergent à ras du sol et font un pavage naturel à la route.

Du poteau indicateur (croisée des routes de Vasset et d'Hervilliers, alt. conv. 60 m.) jusqu'à l'hm. 2 de la route d'Hervilliers, on voit pointer dans les champs, au Nord de la route, de grandes dalles de grès plus ou moins quartzeux et plus ou moins résistant. Entre l'hm. 1 et l'hm. 2, au Sud de la route, existait autrefois une sablière. En rafraîchissant un peu la paroi d'extraction, nous avons pu relever la coupe suivante :

Terre végétale.....	0 m. 20
1 Dalles gréseuses de 1 à 2 mètres carrés et de 25 à 30 cm. d'épaisseur, séparées par des lits de même épaisseur, de sable calcaire, fossilifère, parfois aggloméré en calcaire gréseux.....	1 m. 80 à 2 m.
2 Sable lilas ou chocolat visible sur.....	0 m. 60

Entre l'hm. 2 et l'hm. 3, en haut du talus du fossé nord de la route, un petit éboulement a mis à découvert :

	Terre végétale.....	0 m. 15
1	Calcaire gréseux par petites dalles et plaquettes, pétries de fossiles, séparées par un sable marneux, fossilifère.....	0 m. 40
2	Sable chocolat visible sur.....	0 m. 10
Un peu au-dessus, dans le talus sud de la route, une petite sablière, ouverte par le cantonnier, offre la coupe :		
	Terre végétale.....	0 m. 30
1	Lits alternés de marne argileuse ou sableuse verte, blanche, jaune-roux ou brune, contenant des fossiles <i>bartoniens</i> (Cérithes etc., roulés et usés).....	0 m. 50
2	Sables blancs quartzeux, très fins, agglomérés par place en grès noduleux, tendre.....	0 m. 30
3	Sablelilas.....	0 m. 20
4	Sable chocolat, visible sur.....	0 m. 10

Entre les bornes hm. 2 et hm. 4, dans les fossés et sur les champs, on peut recueillir quantité de Cérithes, le plus souvent d'une très belle conservation.

**CALCAIRE DE SAINT-OUEN** (*Audæmien*). — De l'hm. 4 à l'hm. 5 (alt. conv. 75 m.), la route passe sur l'*Audæmien*. Au Nord, et parallèlement à elle, se trouve une grande fosse, ancienne exploitation des argiles vertes qui surmontent le Calcaire de Saint-Ouen. Celui-ci forme le sol de cette fosse. Il est constitué par de grandes dalles, se séparant facilement en plaques de quelques centimètres d'épaisseur, couvertes d'empreintes écrasées de Planorbes et de Limnées, caractéristiques.

Les argiles sus- et sous-jacentes sont d'un vert clair ; elles contiennent, disséminés dans leur masse, des silex, galets ou éclats tranchants ; et, dans les couches sus-jacentes, de petits cailloux plats, aux angles arrondis, arrachés au Calcaire de Saint-Ouen.

**LIMON DES PLATEAUX.** — De l'hm. 5 à l'hm. 9 (alt. conv. 85 m.), on retrouve le Limon des plateaux constitué par une argile sableuse, rougeâtre, quelquefois panachée de vert<sup>1</sup>.

Sur la rive droite de l'Ourcq, les collines présentent la même succession d'étages.

Nous avons donné d'autre part<sup>2</sup>, la coupe de l'Yprésien et du Lutétien inférieur dans la sablière située derrière la scierie de Crouy (route de Varinfroy). Au tiers moyen des collines, apparaissent des grès et sables de « Beauchamp », au tiers supérieur, le Calcaire de Saint-Ouen.

1. Les échantillons recueillis, fossiles et roches, ont été déposés au laboratoire de géologie du Muséum national d'Histoire naturelle.

2. Voir R. CHARPIAT. Les Sables glauconieux dans la vallée de l'Ourcq (coupe xv). *Bull. du Muséum nat. d'H. N.*, févr. 1918.

OBSERVATIONS SUR LE GENRE *CLYPEINA* MICHELINPAR L. et J. Morellet<sup>1</sup>.

Nous rappellerons sommairement l'historique du genre *Clypeina* MICH., analogue d'ailleurs à celui de la plupart des Dasycladacées fossiles<sup>2</sup>. Classé par son auteur<sup>3</sup> parmi les Polypiers (?) puis par d'Orbigny<sup>4</sup> parmi les Bryozoaires, *Clypeina* fut par la suite rapporté aux Foraminifères et rattaché successivement aux genres *Dactylopora* LAMK. (Parker et R. Jones<sup>5</sup>, Carpenter<sup>6</sup>) et *Haploporrella* GÜMB. (Gümbel<sup>7</sup>), jusqu'à ce que Munier-Chalmas<sup>8</sup> eût démontré que *Clypeina*, ainsi d'ailleurs que certaines autres formes énigmatiques (*Dactylopora*, *Haploporrella*, etc.) appartenait en réalité au règne végétal et était une Algue siphonée verticillée. Il le plaçait à côté d'*Halicoryne* HARV. dans la famille des *Cymopoliées*. Dans un précédent travail (*loc. cit.*, p. 31), nous avons émis l'hypothèse que par son aspect général et par la disposition de ses verticilles sporangifères nettement distincts de ses verticilles stériles, *Clypeina* devait au contraire appartenir à la famille des *Acétabulariées*. Les botanistes étaient déjà arrivés à la même conclusion pour *Halicoryne*<sup>9</sup> et l'un des plus compétents en cette matière, Solms-Laubach, consulté par nous au sujet de *Clypeina*, avait en partie admis notre manière de voir. L'étude de matériaux nouveaux, provenant en particulier des collections de la Sorbonne obligeamment mises à notre disposition par M. le professeur Haug, en complétant la connaissance encore imparfaite que nous avions de ce genre, nous a pleinement confirmés dans notre interprétation.

1. Note présentée à la séance du 6 mai 1918.

2. Voir L. et J. MORELLET. Les Dasycladacées du Tertiaire parisien. *M.S.G.F.*, t. XXI, fasc. I, 1913, p. 5 et 6.

3. MICHELIN. *Icon. zoophyt.*, p. 177, pl. XLVI, fig. 27.

4. A. D'ORBIGNY. *Prodrome*, vol. II, p. 397.

5. PARKER et JONES. On the nomencl. of the Foraminifera. *Ann. and Mag. of Nat. Hist.* [3], p. 473-74.

6. CARPENTER. *Introd. to the Study of the Foraminifera. Roy. Soc.*, p. 130-131.

7. GÜMBEL. Die sogenannten Nulliporen. *Abh. der II Cl. der K. Bayer. Ak. der W.*, XI, p. 262.

8. MUNIER-CHALMAS. *Observat. sur les Algues calcaires appartenant au groupe des Siphonées verticillées, etc. C. R. Ac. Sc.*, LXXXV, 1877, 2<sup>e</sup> semestre, p. 814.

9. Voir notamment SOLMS-LAUBACH. *Monograph of the Acetabulariæ. Trans. of the Linnean Soc. of London*, (2), V, 1, 1895.

Ces matériaux proviennent tous du Lutétien supérieur du Vexin (Chambors, Parnes, Montjavoult, etc.) et se rapportent au *Clypeina marginoporella* MICH. Ils nous ont permis de faire les constatations suivantes :

1° Comme l'avaient supposé Carpenter et Gümbel et comme nous l'avons admis nous-mêmes (*loc. cit.*, p. 34), sans en avoir cependant la preuve, les cavités sporangiques sont normalement fermées vers l'extérieur, comme chez *Acetabularia* LMX., et elles ne sont si souvent ouvertes à la périphérie que par suite d'usure ou de cassure. Il en résulte que le nom spécifique de *marginoporella* est fort mal choisi ; aussi Carpenter avait-il proposé de lui substituer celui de *clypeina* (*Dactylopora clypeina*).

2° A côté des ombelles normales, constituées par un verticille de sporanges accolés, s'en trouvent d'autres, d'ailleurs très rares, chez lesquelles la partie évasée de l'entonnoir est fermée par un plancher légèrement bombé, percé de nombreux pores à la façon d'une pomme d'arrosoir. Ce sont les ombelles terminales de la plante. A la vérité, nous ne connaissons rien de semblable chez les Acétabulariées actuelles pas plus d'ailleurs que chez les Cymopoliées (= Dasycladées) : par contre, nous avons signalé (*loc. cit.*, p. 39-40) un dispositif analogue chez les derniers articles d'*Uteria encrinella* MICH., seul représentant jusqu'ici décrit de la famille des Utéridées.

3° Si les ombelles se rencontrent en général isolées, cela tient à ce qu'elles ont été dissociées mécaniquement. Nous avons en effet trouvé des fragments constitués par plusieurs ombelles superposées et emboîtées les unes dans les autres. Le plus important de ces fragments se compose de huit ombelles (coll. Sorbonne). Cette disposition intéressante montre que les organes reproducteurs étaient complètement séparés des organes végétatifs et groupés à la partie supérieure de la plante à la façon d'*Acetabularia* dont certains individus présentent jusqu'à trois ombelles les unes au-dessus des autres.

4° Avec les ombelles, dans les mêmes gisements, existent des fragments de fins tubes calcaires (diamètre moyen 0,3 mm.) qui correspondent à la partie stérile de la plante (tige). Ils montrent des verticilles espacés de pores par où sortaient les poils végétatifs, parfois calcifiés à leur base. Comme chez *Halicyryne*, le nombre de ces derniers est, par verticille, sensiblement inférieur à celui des sporanges (en moyenne 10 contre 16). Nous ne connaissons pas la hauteur de cette tige, dont les plus longs fragments ne dépassent pas quelques millimètres ; nous ne connaissons pas non plus sa base et la façon dont elle était fixée à

son support, mais nous savons comment elle se terminait à sa partie supérieure. Les figures que nous avons données (*loc. cit.*, pl. III, fig. 24, 25 et 31) sont très instructives à cet égard ; elles représentent non pas des disques terminaux, comme l'indique à tort la légende, mais au contraire les ombelles les plus inférieures de la partie fertile de l'Algue.

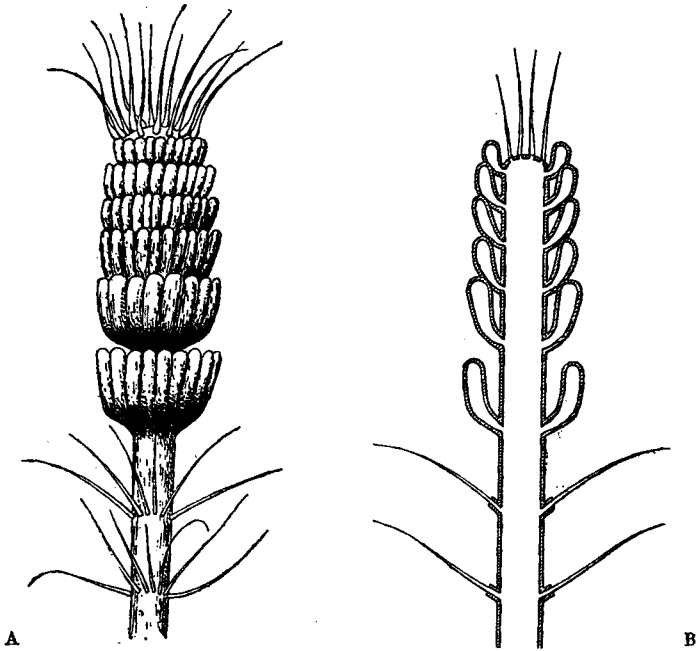


FIG. 1. — *Clyspeina* (essai de reconstitution,  $\times 15$ ).

A, Extrémité d'une tige : à la base, partie stérile, au-dessus, verticilles fertiles emboîtés les uns dans les autres ; au sommet, houppe terminale de poils. — B, Section longitudinale de A (en hachures, paroi calcaire).

Nous avons synthétisé dans les figures schématiques ci-jointes (fig. 1, A et B) les résultats de ces diverses observations, et tenté un essai de reconstitution d'un *Clyspeina* à l'état vivant. Cette Algue, comme *Acicularia* d'ARCH., habitait les eaux saumâtres des régions tropicales et subtropicales.

Aux deux espèces de ce genre décrites jusqu'ici : *Clyp. digitata* [PARKER et R. JONES] de l'Yprésien et du Lutétien supérieur et *Clyp. marginoporella* MICH. du Lutétien supérieur, de l'Auvervien et du Stampien, nous en ajouterons une troisième.

M. Maurice Lugeon a bien voulu nous communiquer un fragment de roche (Musée géologique de Lausanne n° 11289), prove-



nant des couches à Cérithes des lapiez de Zanfleuron, c'est-à-dire du Bartonien à faciès littoral (*vide* Boussac), qui est absolument pétri de débris d'un *Clypeina*, assez difficilement étudiable en raison de son empâtement dans la gangue, mais permettant cependant de reconnaître qu'il appartient à une espèce nouvelle: *Clyp. helvetica*.

*CLYPEINA HELVETICA n. sp.*

C'est une espèce de grande taille. Les ombelles, seules parties de la plante que nous connaissions, moins aplaties que celles de *C. digitata* mais aussi moins infundibuliformes que celles de *C. marginoporella*, ont un diamètre externe variant de 1,8 mm. à 2,25 mm. (contre 1 mm. chez *C. digitata* et chez *C. marginoporella*) et un diamètre interne, proportionnellement très grand, oscillant entre 0,8 mm. et 1,6 mm. (0,2 à 0,5 mm. chez *C. digitata*; 0,2 à 0,4 mm. chez *C. marginoporella*). Elles se composent d'un nombre assez grand de sporanges : 18 à 26 (7 à 16 chez *C. digitata*; 12 à 20 chez *C. marginoporella*); ces sporanges ne sont soudés entre eux qu'à leur base, comme chez *C. digitata*, ce qui donne aux ombelles une certaine analogie avec des fleurs de marguerite.

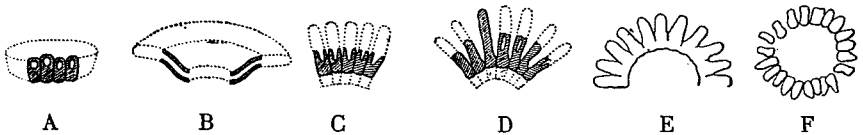


FIG. 2. — *Clypeina helvetica n. sp.*,  $\times 8$ .

A, Partie inférieure de 4 sporanges mutilés. — B, Section longitudinale de 2 sporanges, diamétralement opposés. — C, D et E, Fragments d'ombelles vues de face. — F, Ombelle entière vue de face (en pointillé, reconstitution des parties brisées ou cachées par la gangue).

Il nous a malheureusement été impossible de photographier avec succès cette forme dont les échantillons de couleur noire se détachent fort mal sur la roche gris foncé qui les empâte. Comme figuration, nous avons dû nous contenter de dessiner (fig. 2, A à F) quelques-uns des aspects sous lesquels cette espèce se présente.

Nous signalerons, pour terminer cette note, l'existence d'ombelles de *Clypeina* appartenant vraisemblablement à des espèces nouvelles, sans qu'il soit encore possible de les décrire en raison du nombre trop restreint des échantillons, dans l'Auvervien (Auvers, Valmondois, Montagny, etc.) et dans le Bartonien (Le Ruel) du Bassin de Paris ainsi que dans l'Auvervien du Cotentin (Hauteville, Fresville) et de Bretagne (Bois-Gouët).

## OBSERVATIONS SUR LE JURASSIQUE ET LE CRÉTACÉ DE LA RÉGION DE DOLE ET DU HAUT JURA

PAR **Bourgeat** <sup>1</sup>.

Je me propose de signaler dans cette note quelques observations nouvelles que j'ai pu faire durant ces dernières années dans le département du Jura. Les unes ont été recueillies dans la chaîne jurassienne, les autres, en plus grand nombre, dans la région dôloise qui touche à la Serre et qui est séparée de la chaîne par la dépression bressanne.

I. — *Remarque stratigraphique sur le Bathonien supérieur dôlois*<sup>2</sup>. — J'ai déjà fait remarquer que dans les environs de Rochefort et de Lavans le Bathonien supérieur est en grande partie formé par un calcaire oolithique blanc qui rappelle celui du Rauracien de la chaîne. J'ai signalé dans ce calcaire des enclaves de Polypiers. Une carrière qui s'est ouverte non loin de Dôle, à gauche du pont du chemin de fer surmontant la route d'Auxonne, nous le montre sous une épaisseur d'une douzaine de mètres divisé en deux parties, dont l'inférieure a ses assises notablement plus inclinées que la supérieure. Il y a là une discordance de stratification très réelle, qui ne ressemble en rien à celle qu'offrent plus au Nord, à la gare de Ranchot, les calcaires à Encrines du Bajocien et qui n'est qu'apparente. Je me propose de rechercher si elle se trouve ailleurs au voisinage de la Serre.

II. — *Observation sur le Callovien de la même région*. — J'ai déjà dit aussi que, si Marcel Bertrand a cru pouvoir écrire que le Callovien manquait près de Dôle, M. Pernet cependant et moi-même à sa suite nous en avons constaté la présence à l'entrée du tunnel de Champvans, où les creux pratiqués pour planter des poteaux télégraphiques, avaient mis au jour des calcaires marneux à grains ferrugineux contenant *Macrocephalites macrocephalus* et *Reneckia anceps*. Je puis ajouter aujourd'hui que je l'ai suivi avec les mêmes caractères lithologiques et à peu près la même faune sur le versant occidental du massif du mont

1. Note présentée à la séance du 27 mai 1918.

2. *B.S.G.F.*, (4), t. XII, 1912.

Roland, spécialement à la villa du Chapitre, non loin de Truchenne. Partout il est lié intimement à des calcaires en plaquettes, grenus et jaunâtres qui alternent avec des lits marneux, et qui contiennent des débris d'Echinodermes et de Bryozoaires avec la *Zeilleria digona* et de grandes Huîtres. Il me semble qu'il est tout naturel de le faire descendre jusqu'à la base de ces assises et cela pour deux raisons. La première est que dans tous les points de la chaîne du Jura où j'ai trouvé les *Ammonites* caractéristiques du Callovien, j'ai rencontré aussi ces grandes Huîtres et les débris d'Echinodermes et de Bryozoaires. Tel est le cas des affleurements de Prénovel, des Près de Valfin, de Dessia, d'Epy, de Véria, etc. La seconde, est que ces calcaires grenus reposent sur des assises taraudées qui s'en séparent bien nettement. La seule difficulté qui se manifesterait est que, le Callovien, ainsi comparé, serait plus épais que celui de la montagne. Il est à remarquer que la *Waldheimia digona*, qui accompagne le *Macrocephalites* dans la montagne se trouve un peu plus bas dans la région de Dôle.

III. — *Sur l'Oxfordien des bords de la Serre.* — La carte de Besançon signale l'Oxfordien en une petite bande aux environs de Brans. Je dois avouer que, malgré mes recherches, je ne l'y ai pas trouvé. Il me semble, autant que l'on peut faire fond des arguments négatifs, qu'il ne se rencontre pas très près du massif primitif de la Serre du côté de l'Ouest. N'y a-t-il pas été déposé par suite d'un retrait de la mer ou bien y a-t-il été enlevé par une érosion avant le dépôt du Rauracien ? Comme rien ne justifie cette seconde explication et que d'ailleurs nous voyons le même Oxfordien en léger retrait sur le bord oriental, il est logique d'admettre un même retrait mais un peu plus fort au Couchant.

IV. — *Sur le Rauracien des bords de la Serre.* — Le Rauracien, qui vient au-dessus de l'Oxfordien offre des variations nombreuses d'aspect de faune suivant les lieux. Il s'y rencontre toujours le *Cidaris florigemma* et assez souvent le *Glypticus hieroglyphicus* au voisinage de Dôle ; mais on peut dire que chaque affleurement s'y montre avec un caractère spécial. Près de Saint-Ylie ce sont des bancs épais en grande partie formés de Polypiers massifs et de Spongiaires. Sur la route d'Authume les Polypiers sont moins abondants et les calcaires sont en bancs minces et suboolithiques. A Archelange, ce second faciès présente des bourgeonnements de massifs coralligènes et contient beaucoup de petites *Ostrea*. Il en est à peu près de même à

Eclans, tandis qu'à Fraisans se montrent des Polypiers branchus. En certains points le calcaire passe, comme sur le chemin de Courtefontaine, à une oolithe blanche contenant des Polypiers, des Nérinées et des Diceras. Plus loin, vers l'Est, à Byans, c'est cette oolithe qui constitue presque toute la formation. Si au contraire, on s'avance de Dôle vers l'Est, par delà la dépression bressanne, on y trouve à Mouchard et à la Chapelle, des assises de calcaires à Encrines et à Polypiers rameux assez épaisses, alternant avec des formations marneuses qui contiennent des Huîtres. A Sellières, plus au Sud, les calcaires à Encrines envahissent presque toute la formation et les Encrines deviennent siliceuses. Plus loin vers Lons-le-Saunier se montrent à la base des grumeaux calcaires qui atteignent en certains points, au voisinage d'Arinthod et de Cousance, de 7 à 8 m. de puissance.

V. — *Sur le Crétacé inférieur.* — Le général Jourdy avait signalé le premier le Crétacé inférieur dans l'arrondissement de Dôle. Plus tard Perron le fit connaître aux environs de Brans. Plus tard encore Bertrand l'inscrivit sur la feuille de Besançon aux environs de Vitreux. Enfin, en 1884, Charpy et de Tribolet en faisait connaître un nouveau lambeau à Montmirey-la-Ville et en décrivait la faune hauterivienne<sup>1</sup>. J'ai eu l'occasion de parcourir les bords de la Serre depuis Montmirey jusqu'à Vitreux. A part une interruption marquée vis-à-vis Thervay, ce Crétacé inférieur forme là une bande continue, qui présente près de Vitreux des fossiles valanginiens et hauteriviens. Il montre à son sommet près de Brans, vers le chemin d'Offlange, au-dessus des marnes à *Ostrea Couloni*, une succession de calcaires assez compacts qu'on ne peut guère rapporter qu'à l'Urgonien. De son côté, Collot a signalé en 1911 à la Société géologique, lors de sa réunion dans le Jura, un petit lambeau de sables siliceux albiens qui se trouve à Montmirey vis-à-vis la grille du château de M. d'Aligny. Il résulte de là que dès le commencement du Néocomien jusqu'à l'Albien la mer a baigné le bord occidental de la Serre. Peut-être faut-il attribuer au Purbeckien quelques assises poudinguiformes qu'on trouve au-dessus du Jurassique près de Vitreux ?

Dans la montagne l'Urgonien m'a présenté deux faits intéressants. A Morbier près de Morez derrière les maisons que l'on quitte pour monter à la gare, un pli de ce terrain retient pincé un lambeau de mollasse verte. Aux Grandvaux, spécialement à Chaux-des-Près, près d'une nouvelle usine, il y a sur l'Urgonien

1. Présence du terrain crétacé à Montmirey-la-Ville. Neuchâtel, 1884.

une couche qui semble en continuité avec lui, mais qui présente comme à Cesancey de grosses Huîtres voisines des *Ostrea aquila* et *Leymeriei*. L'Aptien ne manquerait donc pas dans cette région.

VI. — *Remarques tectoniques sur le haut Jura et la région de Dôle.* — Dans le haut Jura, la Société géologique a pu voir, en 1885, près de Montepile, à l'endroit qu'on appelle le Chapeau de gendarme, le Néocomien formant un pli supplémentaire sur le Jurassique. Le même fait se présente en plusieurs autres points du Jura au voisinage de Saint-Claude ; mais où il est le plus visible c'est près de la chapelle de Saint-Romain-de-Roche au-dessus de la vallée de Vaux-les-Molinges. Je n'en donne pas la coupe ici, me proposant de l'annexer à beaucoup d'autres de la région qui me semblent intéressantes, principalement celle d'Angouland, entre les Rousses et Morez.

Dans la région de Dôle, les failles que j'ai pu observer, spécialement celles des carrières de Truchenne, de Landon, de Champvans et de Sampans, n'ont plus l'inclinaison de celle de la montagne. Je me réserve de les publier également plus tard. Mais d'ores et déjà, il me semble que leur allure presque verticale indique que la poussée qui a donné lieu aux plis jurassiens ne s'y est fait guère sentir. Elles me paraissent plutôt dues à un affaissement de la région qui aurait favorisé les plis jurassiens en produisant un certain vide sur le front de la montagne.

---

NOUVELLES OBSERVATIONS  
SUR LE GISEMENT DE PHOSPHATE DE CHAUX  
DE SAINT-MARTIN-DU-TERTRE, PRÈS DE SENS (YONNE),  
ET CONTRIBUTION A LA TECTONIQUE  
DES TERRAINS SUPÉRIEURS DE CRAIE

PAR M<sup>lle</sup> **Augusta Hure** <sup>1</sup>.

Le gisement de phosphate de chaux de Saint-Martin-du-Tertre est situé près de Sens, à la base des collines de craie de la rive gauche de l'Yonne, et à 800 m. environ, au Sud, de l'église isolée de Saint-Martin. Nous l'avons découvert et fait connaître en 1910<sup>2</sup>. Sa conformation singulière contribua beaucoup à l'échec de ses premiers prospecteurs. Depuis, des travaux habilement conduits par la Société Linet, ont permis de mettre en valeur cet intéressant gisement.

*Position.* — La plus grande part de cette craie phosphatée (craie grise) appartient à la base de l'assise à *Actinocamax quadratus* (zone à *Offaster pilula*) et repose dans une cuvette de la craie blanche santonienne dont le diamètre et la courbe concave sont visibles à l'entrée des galeries d'extraction de la route de Voulx. Orienté ESE-WNW, cet amas lenticulaire, après avoir débuté au bord de la vallée de l'Yonne, réapparaît vers le valon de Saint-Martin aux Caves traversant la colline qui s'étend du Nord au Sud (fig. 1). Son altitude au bord de la vallée est de 92 mètres.

*Structure.* — Nous sommes en présence d'une dépression formée dès la fin des temps santoniens, comblée ensuite par de la craie grise à *Offaster pilula*. Vers la coupe de la plateforme des galeries, cet Echinide se rencontre parmi les nodules, les concrétions et le calcaire amorphe phosphatés, établissant ainsi la limite entre l'étage à *Micraster coranguinum* du Santonien et l'étage à *Actinocamax quadratus* (*Belemnitella quadrata*) du Campanien.

Nous n'approfondirons pas ici à quelle influence géologique est due l'origine de cette dépression. Il est possible que des courants de fonds marins santoniens aient décapé la craie blanche, traçant de vastes rides, des cuvettes plus ou moins larges, plus ou moins profondes et allongées, dans lesquelles est venue plus tard s'accu-

1. Note présentée à la séance du 22 avril 1918.

2. AUGUSTA HURE. Découverte de phosphate de chaux dans la craie des environs de Sens. *B. S. des Sc. de l'Yonne*, 1<sup>er</sup> sem. 1910, p. 59.

muler la craie grise. Il est encore possible qu'elle soit la conséquence d'un mouvement orogénique. On sait combien la fin des temps santoniens fut marquée, dans certaines contrées, par des changements de faciès et de sédimentation.

Dans le secteur compris entre le ravin de la rue de Chièvre et l'église isolée de Saint-Martin-du-Tertre, on peut voir, dans les diverses exploitations de craie, de longues et nombreuses fractures verticales,

obliques, serpentine, parcourant de bas en haut uniformément, et parfois sans arrêt, les assises santoniennes et campaniennes. Ces accidents sont surtout nets dans les galeries souterraines de la rue de Chièvre (anciennes exploitations pour le blanc). Là, ces diaclases de 0 m. 08 à 0 m. 15 de largeur, sont remplies par des silex tabulaires et amorphes s'entrecroisant sous des angles variés.

Il en est de même dans la crayère Porteret, du lieu dit Le Crot, également pour la fabrication du blanc, où de longues fentes parcourent en tous sens la zone à *Marsipites ornatus* et la zone à *Offaster pilula* leur donnant, vers l'angle gauche, l'aspect d'une carte géographique.



FIG. 1. — Position du gisement de phosphate de chaux de Saint-Martin-du-Tertre. — 1/50 000.

phique. Au sommet, la craie est craquelée et dans ses multiples fissures l'argile a pénétré sous forme de revêtement ocreux. Le creusement des puits dans la craie blanche pour la recherche du phosphate a recoupé ces singuliers réseaux. Ils répondent à la théorie des phénomènes de pressions verticales des couches superposées, et il est intéressant de voir comment la silice, après s'être acheminée dans ces conduits, s'y est ensuite déposée.

Ces larges fissures, qui entraînent souvent des décollements de la craie, ne correspondent probablement à aucun mouvement tangentiel postérieur au dépôt de la craie et n'ont pas influencé l'allure de ses assises attestée par l'horizontalité des cordons de silex originels.

Des galeries souterraines s'avancent dans la craie phosphatée, à plus de 700 m. sous la colline, permettant de constater l'existence d'une lentille irrégulière allongée de craie grise jusqu'alors de

1 km. de long, sur 150 m. à 300 m. de large et 1 m. 50 à 6 m. d'épaisseur.

Les figures 2 et 3 permettent de se rendre compte de la variation de l'épaisseur de la couche phosphatée, annonçant l'inégalité du fond de la cuvette et l'enrichissement comme épaisseur du phosphate vers le sommet de la colline. Le point le plus profond de la dépression serait là où la craie grise atteint 6 mètres.

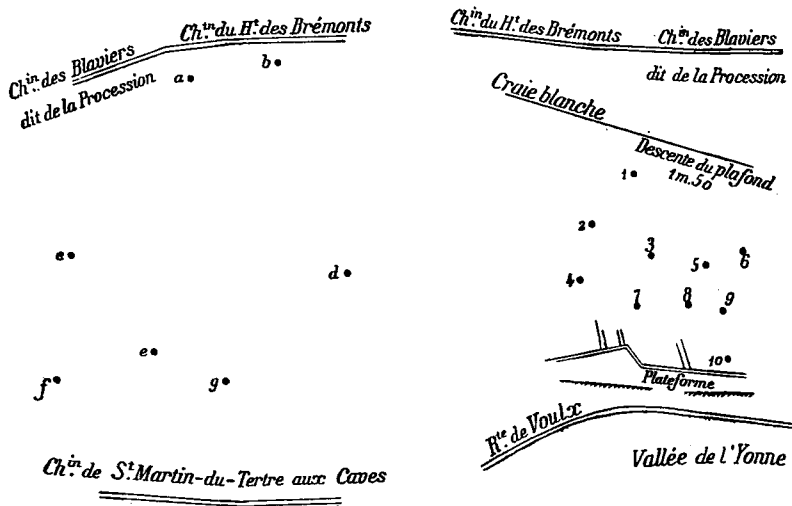


FIG. 2. — Puits montrant la puissance de la CRAIE PHOSPHATÉE (Flanc Ouest de la colline).

a, Craie grise, 4 m. 15 haut ; b, nul ; c, craie grise bonne, 2 m. haut ; d, id., 4 m. ; e, id., 2 m. 50 ; f, id., 2 m. (couches séparées par 2 m. craie blanche, partie sup. titrant à peine) ; g, id., 2 m.

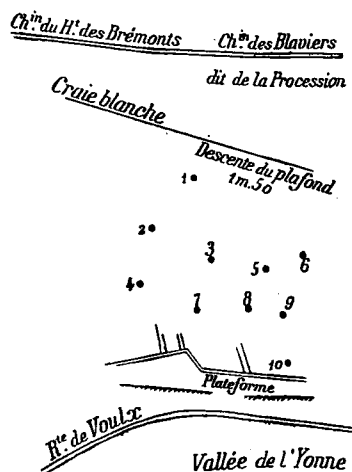


FIG. 3. — Puits montrant la puissance de la CRAIE PHOSPHATÉE (Flanc Est de la colline). Faille (descente du plafond de la cuvette).

1, Craie grise bonne, 6 m. haut ; 2, id., 3 m. 50 ; 3, id., 4 m. 10 ; 4, id., 1 m. 80 ; 5, id., 1 m. 50 ; 6, id., 1 m. 50 ; 7, id., 1 m. 70 ; 8, id., 2 m. 20 ; 9, id., 2 m. 50 ; 10, id., 2 m. 75.

*Tectonique.* — Le fait le plus curieux est la présence d'une série de gradins enserrant la craie grise et due à l'action de ruptures parallèles entre elles (fig. 4 et 5).

C'est contre un de ces crochets que sont venues échouer les tentatives des premiers prospecteurs : une galerie souterraine ouverte en pleine craie phosphatée ayant buté, après 18 m. de parcours, contre la craie blanche.

On peut donc estimer qu'un affaissement postérieur a approfondi la cuvette santonienne préexistante. Ce tassement se complique d'une brusque descente NE-SW de la craie blanche du plafond rejetant ainsi au centre du gisement, la couche phosphatée à 1 m. 50 plus bas (fig. 3).



Le mécanisme de la rupture des couches de la craie est ici visible tandis qu'ailleurs l'homogénéité de la craie blanche empêche de le saisir. Ces gradins mettent en évidence la formation de certaines fosses et des ressauts plus ou moins prononcés de la craie indiquant des accidents d'ancienne date.

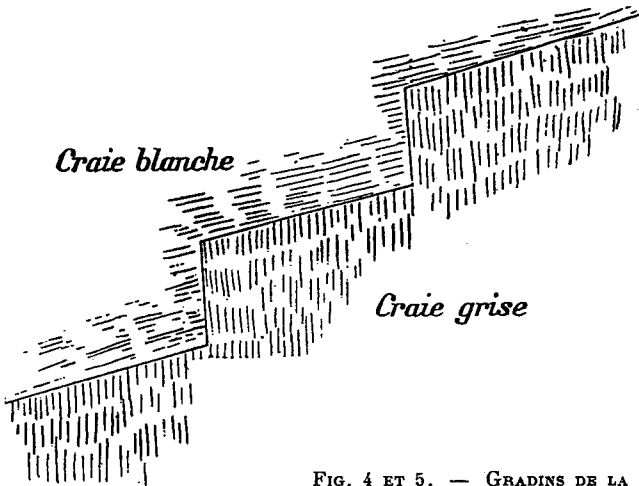
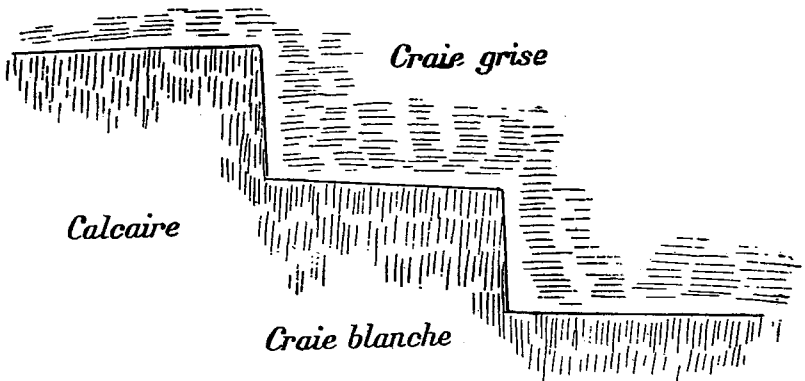


FIG. 4 ET 5. — GRADINS DE LA CUVETTE.



D'autre part, l'amincissement de la craie blanche sus-jacente au dépôt phosphaté, au fur et à mesure que plonge la craie grise et qu'on se rapproche de la tête de la colline, ainsi que la couverture plus développée et puissante sur le même point des argiles, témoigne de la présence d'un synclinal.

L'intensité de l'affaissement est accusé de nouveau par un pendage rapide ESE-WNW du plancher de la craie grise, soit 0 m. 02 par mètre dès l'entrée des galeries, ce qui donne au centre de la dépression une dénivellation de 12 m. Au S, la craie grise

butte brutalement contre la paroi verticale de craie blanche, alors qu'au N, elle se poursuit longtemps ayant cessé toutefois d'être exploitable. Ce plongement a eu pour résultat de précipiter la lentille dans la nappe d'infiltration compliquant ainsi les travaux d'extraction. La circulation aisée de l'eau dans la masse grise a donné naissance à de multiples et fins réseaux occupés par la calcite, l'oxyde de fer, ou gorgés d'eau, et à de véritables diaclases. Ces veines perpendiculaires à l'Yonne, sont l'exutoire de canaux plus importants qu'il faut tarir.

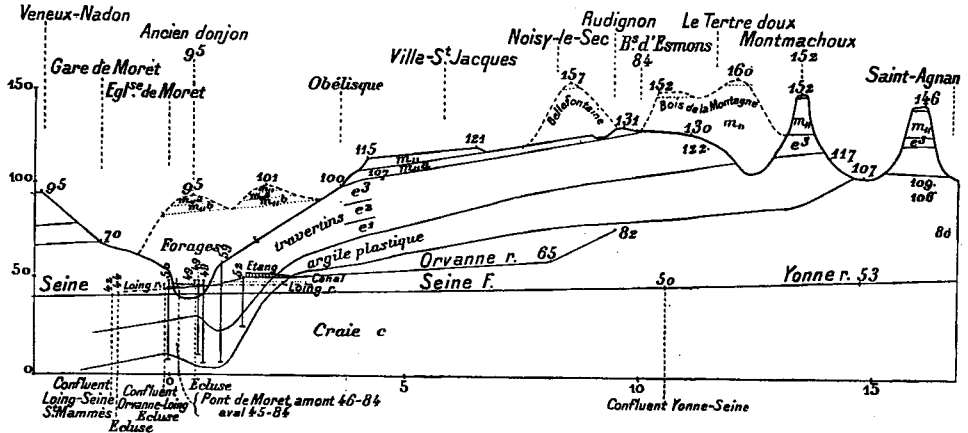


FIG. 6. — PROFIL DE MORET A MONTMACHOUX.

En résumé sous l'action tangentielle d'un plissement post-crétacé, cette cuvette phosphatique est devenue synclinale, sa formation même étant à la fois précambrienne et tertiaire.

L'idée d'une cuvette synclinale avait été exprimée pour la première fois dans nos notes de 1910<sup>1</sup>.

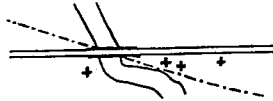


FIG. 7. — PASSAGE PROBABLE DU SYNCLINAL A MORET ET FORAGES PARALLÈLES A LA ROUTE NATIONALE.

Il semble que ce phénomène orogénique ait été favorisé par la formation du synclinal de l'Eure. Ce synclinal, reconnu et signalé depuis longtemps, fut repéré de nouveau à la fin de 1909 dans la Seine-et-Marne. A la suite d'études hydrogéologiques pour la ville de Paris, des travaux ont permis d'établir ses caractères principaux dans la vallée de l'Orvanne entre Villecerf et Flagy.

1. AUGUSTA HURE. *Loc. cit.*, 1910, p. 62.

Des forages vers Moret ont montré, en outre, qu'il existait un pendage remarquable de la craie à l'approche de la vallée du Loing, une couverture éocène épaissie d'une série de terrains tertiaires avec plongement vers Moret (fig. 6) <sup>1</sup>.

Ces forages, alignés parallèlement à la route nationale, fournirent une coupe intéressante de la craie, et il semblerait que leur ligne coupe le synclinal de l'Eure en biseau (fig. 7) <sup>1</sup>.

Ce pli, quittant le département de Seine-et-Marne pour pénétrer dans celui de l'Yonne s'infléchirait légèrement au SE, pour aboutir en amont de Saint-Martin-du-Tertre, à l'WNW de Sens, là où se place notre gisement de phosphate (fig. 8).

Nos recherches nous ont démontré qu'il existe sur ce point une inclinaison extrêmement sensible de la craie blanche, nous permettant de conclure que la cuvette précitée occupe le centre du synclinal de l'Eure prolongé, dont elle souligne le point le plus bas. Ce synclinal aurait emprunté pour son parcours la dépression santonnienne.

*Il serait important de connaître si d'anciennes rides crétaées n'auraient pas été la cause directrice de plissements tertiaires. En admettant que ces rides crétaées aient servi de réceptacle à la craie grise, cette constatation aurait une grande valeur pratique pour nos régions, car elle permettrait d'établir un champ de recherches pour de nouveaux gisements de phosphate.*

Du tunnel de Paron en se dirigeant vers le N, l'inclinaison des couches de la craie à l'W de Sens est significative. Son amplitude est considérable puisqu'elle donne, de Paron au gisement de phosphate, une différence de niveau de 48 m. pour une distance d'un peu plus de 2 km., soit 2 km. 300. Ce plongement a eu pour

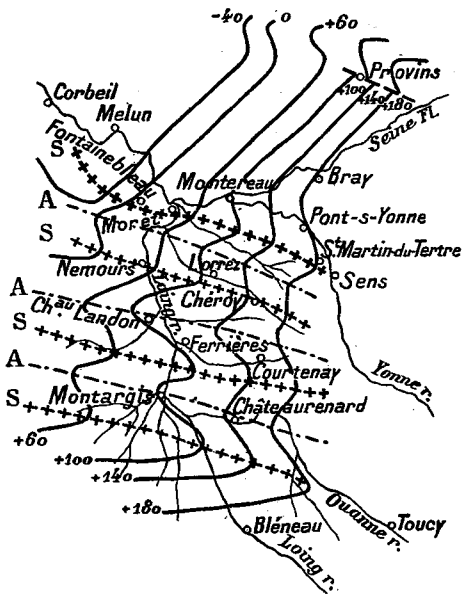


FIG. 8. — ONDULATIONS TERTIAIRES MONTRANT LE SYNCLINAL DE L'EURE ABOUTISSANT A LA VALLÉE DE L'YONNE ET A L'WNW DE SENS.

1. P. MALHERBE. Hydrologie de la région de Moret. *B. de l'Assoc. des Naturalistes de la vallée du Loing*, 1913, p. 22, fig. 6, pl. IV.

conséquence de provoquer, près Saint-Martin-du-Tertre, l'apparition de la zone à *Galeola papillosa*, caractérisant les couches supérieures de l'assise à *Actinocamax quadratus*. Dans le pointement de craie sur lequel s'appuie la tombelle la plus au N., et même un peu plus bas, nous avons recueilli plusieurs de ces Echinides, ainsi qu'un fragment de *Micraster* que, malgré son mauvais état, nous considérons comme *Micr. Schroderi* STOLLEY (ancien *M. pseudoglyphus* DE GROSSOUVRE), et assez particulier à ce niveau.

Des affleurements de la zone à *Galeola papillosa* se montrent sur le plateau des Caves et près la ferme du Glacier de la commune de Saint-Martin-du-Tertre. A l'W de cette commune des groupements de grès stampiens jalonnent le synclinal.

A partir de Saint-Martin, la craie à *Mic. coranguinum*, qui devait normalement disparaître vers Courtois, affleure bien au delà, à Villenavotte, à Villepérot, jusqu'à la base des tranchées de Pont-sur-Yonne. Après cette localité, elle plonge sous la vallée de l'Yonne. M. J. Lambert a consigné cet arrêt dans la régularité d'inclinaison des assises de la craie au N. de Sens <sup>1</sup>. La coupe que nous donnons (fig. 9) permettra de mieux saisir ces comparaisons <sup>2</sup>.

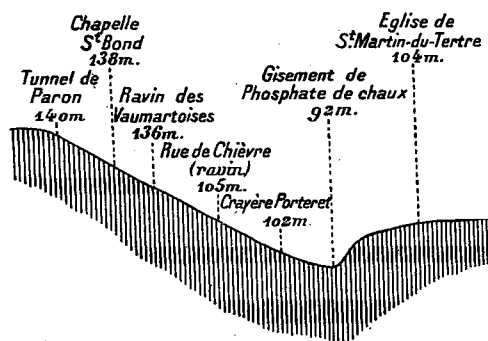


FIG. 9. — COUPE DU SYNCLINAL ENTRE LE TUNNEL DE PARON ET L'ÉGLISE ISOLÉE DE SAINT-MARTIN-DU-TERTRE. Inclinaison de l'assise à *Micraster coranguinum*. — 1/80 000.

Il semble qu'on puisse, dès à présent, envisager le prolongement du synclinal de l'Eure, au S de Saint-Martin-du-Tertre, jusqu'au bord de la vallée de l'Yonne. Son orientation sur ce point coïncide avec l'orientation de la ligne sculpturale tracée par G.-F. Dollfus, et avec le raccordement hypothétique de la même ligne en Seine-et-Marne<sup>3</sup>:

Quatre cotes nous donnent à l'W de Sens la limite du Santonien au Campanien où nous avons pu paléontologiquement obser-

1. J. LAMBERT. Souvenirs sur la géologie du Sénonais. *B. S. des Sc. de l'Yonne*, 2<sup>e</sup> sem. 1902.

2. Nos déterminations d'altitudes ont été faites au moyen d'un baromètre anéroïde repéré sur le point coté à la gare du P.-L.-M. de Sens. Pour chaque altitude nous avons opéré par répétition et à température égale.

3. G.-F. DOLLFUS. Relation entre la structure géologique du Bassin de Paris et son hydrographie. *Ann. Géogr.*, IX, 1900, carte.

ver le passage de la zone à *Marsupites ornatus* avec la zone à *Offaster pilula*. Ce sont :

Cote 104. Au-dessous de l'église de Saint-Martin. — Cote 92. Gisement de phosphate, prise vers la tranchée au bord de la vallée de l'Yonne (route de Voulx). — Cote 102. Exploitation Porteret pour le blanc. — Cote 105. Début du ravin de la Rue de Chièvre, là où *une nouvelle cassure* EW, dont l'orientation est celle du ravin, a porté l'assise campanienne à cette altitude.

Il en résulte que les versants du ravin sont dissymétriques au point de vue paléontologique et stratigraphique. C'est ainsi que la zone à *Marsupites* occupe à gauche de la Rue de Chièvre un niveau supérieur à la zone à *Offaster pilula*, visible en face sur la rive droite. Cette rupture a pu faciliter la formation du ravin.

La zone à *Marsupites* se découvre à nouveau à 138 m. d'altitude dans l'hémicycle que décrivent les collines vers le tunnel de Paron. A l'entrée d'une de ces grottes, que pratiquaient jadis les vigneron pour se mettre à l'abri, nous avons récolté à diverses reprises des plaques de ce Crinoïde. Son passage sur ce point doit monter vers 140 m., extension verticale la plus élevée de cette zone. Auprès de cette grotte, existent d'anciennes carrières exploitées autrefois pour la construction et pour la fabrication de la chaux qui ne figurent pas sur la feuille de Sens. M. J. Lambert a signalé la zone à *Marsupites* à 137 m. au-dessous de la chapelle Saint-Bond et à 136 m. dans le ravin des Vaumartois<sup>1</sup>.

Au NW du village de Paron, nous avons retrouvé la zone à *Marsupites* à 138 m. d'altitude, en contre-bas du hameau des Galops, au bord de la voie ferrée d'Orléans-Châlons, dans la crayère d'un four à chaux abandonné, et omise sur la carte<sup>2</sup>. Son altitude, peu différente de celle du tunnel de Paron, indique une inclinaison des couches très faible jusque là, en suivant cette direction. Au début de l'ouverture de cette crayère, M. J. Lambert a observé un bel exemple d'un phénomène de glissement de craie<sup>3</sup>. De semblables mouvements ont modifié dans une certaine mesure l'allure des couches et facilité le plongement rapide de l'assise à *Micr. coranguinum*, lui permettant de disparaître non loin de là, avant Subigny.

*Faune.* — Les récoltes, faites dans la craie grise, ont augmenté notre première liste de fossiles.

1. J. LAMBERT. Notice stratigraphique aux environs de Sens. Auxerre, 1878.

2. A. PERON. Observations au sujet de débris de *Marsupites* trouvés par M<sup>lle</sup> Augusta Huré dans la craie des environs de Sens. B. S. des Sc. de l'Yonne, 1<sup>er</sup> sem. 1908, p. 18.

3. J. LAMBERT. *Loc. cit.*, 1878, p. 3.

- POISSONS<sup>1</sup> : *Lamna appendiculata* AG., *Odontaspis subulatus* AG.,  
*Corax pristodontus* AG., *Pseudocorax affinis* AG., *Cœlodus* sp.
- ANNÉLIDES : *Spirorbis lævigatus* HÉB., *Serpula lituulis* DEFR.
- CIRRHIPÈDES : *Mitella glabra* ROEMER, *M. Billaulti* PERON.
- CÉPHALOPODES : *Actinocamax quadratus* DEFR., *Ammonites* (*Pachydiscus*) sp.
- GASTÉROPODES : \* *Pleurotomaria Massoli* D'ORB.
- PÉLÉCYPODES : \* *Anatina Negrei* COSSM.<sup>2</sup>, *Janira quadricostata* D'ORB.,  
*Spondylus spinosus*, \* *Avicula tenuicosta* ROEMER, \* *Plicatula Barroisi* PERON, *Pecten* sp., *Inoceramus Cuvieri*, *Ostrea vesicularis* LAMK., *O. canaliculata* SOW., *O. curvirostris* NIL.
- BRACHIOPODES : *Rynchonella Cuvieri* D'ORB., *Kingena lima* DEFR.,  
*Terebratula* sp.
- ECHINIDES : *Offaster pilula* LAMK., type var. *Pomeli* MUN.-CH., *Echinocorys vulgaris* REY., type var. *declivis* LAMB., *E. gibbus* LAMK., *E. striatus* LAMB., *Micraster coranguinum* KLEIN, *Gauthieria radiata* (*Cyphosoma*) SORIG. sp., *Palæodiadema fragile* WILTSH., *Stereocidaris sceptrifera* MANT. sp., *Typocidaris hirudo* SOR. sp., *Phymosoma pseudomaresi* VAL.
- CRINOÏDES : *Bourqueticrinus utriculatus* LHWYD, *Balanocrinus* sp.,  
*Metopaster Parkinsoni* FORB., *Creteraster quinqueloba* GOLDF., *Pycinaster crassus* SPENGL.
- FORAMINIFÈRES : *Cristellaria rotulata* LAMK., nomb. esp. indét.
- HYDROZOAIRE ; *Porosphæra globosa* HAG., sp. (*Tragus*), *P. patelliformis* HINDE.

Nombre de formes sont communes au Campanien, M, où se place notre craie grise, mais se rencontrent ici plus fréquemment ; d'autres espèces n'ont jamais été trouvées dans la craie blanche de la même zone. Les débris de Poissons sont nombreux sur des points, dans d'autres ils sont introuvables. Les dents se distinguent par leur couleur jaune d'or, et il est rare d'en rencontrer de grises comme dans la craie phosphatée de Picardie.

Cette particularité de coloris peut aussi bien s'appliquer aux dents de Squales de la craie grise. Il est indéniable que leur nombre y est autrement grand que dans la craie ordinaire synchronique de niveau. Celles d'*Odontaspis* constituent un type fréquent.

Certains fossiles ont pris un éclat nacré. De ce genre sont les *Ostrea* encroûtant souvent les nodules et les concrétions phosphatés.

Le phosphate, sous l'aspect d'un enduit blanc brillant, a enrobé les Foraminifères et pénétré dans leurs loges. Des intérieurs d'individus, envahis par la craie grise, n'offrent plus qu'un moulage, ce qui les rend difficilement déterminables. Les Spongiaires sans test constituent parfois de véritables conglomérats.

1. L'astérisque placé à gauche du nom du fossile désigne les espèces qui n'ont pas été encore rencontrées dans la craie blanche des environs de Sens.

2. Espèce décrite et figurée. *B. S. G. F.*, XIII, 1913, p. 222.

En résumé, la faune, soit par l'abondance de certaines espèces, soit par l'existence de formes nouvelles, présente un cachet un peu spécial et mériterait une enquête plus approfondie.

Un fragment d'un moule phosphaté de *Pachydiscus*, de très grande taille, fut recueilli sur ce point à la base de la cuvette parmi les nodules <sup>1</sup>. Cet individu reste à préciser <sup>2</sup>.

Comme on a pu le voir par la nomenclature des fossiles, *Micr. coranguinum* a été recueilli dans la craie grise. L'un d'eux fait partie de notre collection, et un autre, sous la forme de moule interne très reconnaissable, existait dans la collection de feu Pierre Jumeau, de Sens. Ces exemplaires furent ramenés par des wagonnets du centre du gisement.

Nous avons dit qu'en avant de la cuvette, *Offaster pilula* descend parmi les premiers dépôts et souligne par conséquent la limite du Santonien avec le Campanien. Il est à présumer que, lorsque la fosse santonienne fut formée, les premiers sédiments de la craie phosphatée se manifestèrent et se déposèrent à la fin de la mer à *Micr. coranguinum* dans les parties les plus basses de la dépression, pour continuer plus tard sur le même point avec la mer à *Act. quadratus*. Comme les bords de la cuvette se relèvent, il n'est donc pas surprenant de pouvoir constater, dans le pourtour, l'affleurement de la zone à *Offaster*, constituant, en réalité, la plus grande partie de la masse phosphatée.

Nous savons gré à M. de Grossouvre de nous avoir révélé dans des notes de semblables découvertes dans la craie grise <sup>3</sup>, ce qui nous permet de consolider ses conceptions et d'affermir nos nouveaux exposés.

Ces observations tendent à montrer que les transgressions et les régressions des mers, qu'on a pu faire intervenir, d'après

1. Ce *Pachydiscus* se trouve chez M. Van Hove conducteur des travaux de l'exploitation.

2. Dans l'Yonne *Pachydiscus* est exclusivement crétacé et peut se rencontrer depuis la craie moyenne. Deux genres y ont été signalés :

*Pachydiscus Lewesiensis* (Sow., 1822. *Min. conch.*, t. IV, p. 80, pl. 358. — D'ORB., *Paléont. franç.*, *Terr. cré.*, n° 155, p. 336, pl. 101 et 102, fig. 1, 2. — *Stat. géol.*, p. 502). — Etage turonien. — Localités : Seignelay, Merry-la-Vallée, Ferme de la Grange, environs de Saint-Fargeau.

*Pachydiscus (Sonneratia) peramplus* (Montell, 1822; *Geol. of Sussex*, p. 200. — D'ORB., 1840. *Paléont. franç.*, *Terr. cré.*, n° 153, p. 333, pl. 100, fig. 1, 2. — LAMBERT, 1903. *Souv. sur la géol. du Sénonais*, p. 3). — Etage turonien. — Localités : Armeau, Dracy.

M. de Grossouvre rapporte *Pachydiscus peramplus* D'ORB. au *Sonneratia* dont il fait un genre bien distinct. — A. VALETTE. Les Ammonites du département de l'Yonne. *B. S. des Sc. de l'Yonne*, 1903, p. 62, 97, 190.

3. A. DE GROSSOUVRE. Sur quelques épisodes de l'histoire des temps sénoniens. *B. S. G. F.*, XIV, p. 233, 1914.

sir J. Murray, pour expliquer la formation de la craie grise <sup>1</sup>, paraissent n'avoir pas la valeur de cause à effet pour le dépôt de la matière phosphatée.

Nous n'avons pas connaissance que jamais *M. coranguinum* ait été signalé dans le Campanien. Il est bien question de sa découverte dans la craie de Meudon <sup>2</sup>, mais comme nous le fait remarquer M. J. Lambert, « le prétendu *M. coranguinum* signalé à Meudon n'en est pas un. C'est, ajoute-t-il, le *M. Schroderi* STOLLEY. Cette espèce, comme le *M. Brongniarti*, comme les *M. Schloembachi* DESOR, *M. glyphus* SCHLÜTER, *M. Gottschei* STOLLEY, *M. marginalis* ARNAUD, *M. regularis* ARNAUD, *M. Simondai* LAMBERT paraissent dériver du *M. coranguinum* et ainsi des *M. decipiens* et *M. heonensis*. »

« Il ne faut pas d'ailleurs oublier, — poursuit notre distingué collègue, — que beaucoup de *Micraster* constituent de simples espèces géologiques, formes ayant fixé certains caractères pendant une durée variable des temps crétacés, mais ne correspondent sans doute pas aux véritables espèces zoologiques telles que nous les comprenons dans la Nature actuelle ».

*Minéralogie.* — Le gisement de l'Yonne présente une uniformité assez nette de craie phosphatée, tantôt grisâtre, tantôt jaunâtre, d'aspect sec, rugueux, puis sableux sous l'effet de l'érosion. Toutefois des interbandes de craie blanche ont été relevées dans la craie grise vers ses flancs (v. fig. 2). Des points sont également moins élevés en teneur de phosphate.

Ce qui est certain, c'est que la silice ne s'est pas comportée dans ce gisement comme dans la craie ordinaire; la matière siliceuse y est totalement exclue et l'on n'y découvre aucun silex.

Avons-nous à faire à des réactions et à des dissolutions ayant enlevé au dépôt de phosphate sa silice? Ne peut-on plutôt supposer que la silice n'a cessé de circuler dans cette masse peu compliquée ayant joué le rôle de filtre et que son cours ne fut réglé ensuite que par la craie blanche sous-jacente.

Il est ainsi curieux de voir les cordons de silex de la craie blanche s'arrêter directement au-dessus et à peu de distance de la craie grise pour reprendre au-dessous.

Des réactions chimiques s'opérèrent sur les premiers dépôts; elles donnèrent lieu à des nodules, à des concrétions, à du calcaire amorphe phosphaté recouvert d'un enduit nacré, brillant, où

1. AUGUSTA HURE. A propos du gisement de phosphate de chaux de Saint-Martin-du-Tertre. *B. S. des Sc. de l'Yonne*, 1912.

2. HÉBERT. Remarques sur la faune des couches crétacées de Villagrains. *B. G. F.*, XIV, 1886, p. 587.



le fluophosphate de chaux qu'on peut rencontrer est presque chimiquement pur.

La craie blanche de la base a subi des modifications sur plus d'un mètre de profondeur et s'est transformée en calcaire compact avec infiltration de phosphate amorphe ; de larges fissures se sont comblées de cristaux de calcite.

Au voisinage des deux craies de la base, la roche, à texture lâche, a fait place sur des espaces étendus à une craie grise et blanche imprégnée de calcite et métamorphosée ainsi en calcaire cristallin.

Sous le mode d'agrégation de ses particules organiques son aspect réalise presque celui du calcaire à Entroques.

La craie grise, étudiée en section mince, montre d'imperceptibles granules noyés dans un ciment crayeux. Le sciage de la plaque, ayant emporté des granules, a donné à la masse, observée microscopiquement, un aspect cellulaire. Des corps organiques, à tissus élastiques, spongieux, se distinguent pénétrés de craie grise. Des Foraminifères sont remplis et enrobés d'un enduit brillant comparable à celui des nodules. Des débris d'ossements de Poissons, des restes de Spongiaires, ont subi le même changement physique, alors que les parties organiques à texture serrée se sont transformées en calcite.

La masse phosphatée n'offre aucune stratification. Des fentes où passent les eaux d'écoulement entraînent vers la vallée les parties minérales qui se trouvent sur leur passage.

Ces fissures furent ainsi remplies de fer hydraté, soit pulvérulent, soit à l'état solide. Ce fer a pris parfois des formes cylindriques allongées. C'est une *limonite* dans la texture amorphe de laquelle on reconnaît d'imperceptibles grains de craie grise. Ce fer provient de la craie ou de pyrites décomposées. Leur centre jouant quelquefois le rôle de géode, enclave un oxyde de fer brillant, mamelonné, à texture fibreuse et rayonnée.

Une glauconie se découvre difficilement parmi les dépôts du fond de la cuvette et dans la craie grise voisine. Toutefois la coloration en vert des concrétions phosphatées la met en évidence, comme la coloration de ces matières en gris indique leur relation avec l'oxyde de manganèse, en brun avec le fer, en rose avec la chaux fluatée. La craie blanche encaissante ne possède pas de glauconie et passe souvent à une craie tachetée de manganèse.

La glauconie a toutefois existé originairement dans ce dépôt car nous en retrouvons la trace dans les enduits phosphatés verts de la base ; cette glauconie aurait donné naissance, par altération, aux granules ferrugineux pulvérulents qu'on trouve plus ou moins dispersés dans toute la masse de la craie.

L'étude micrographique d'un morceau de craie grise, provenant du centre du gisement nous a donné un minuscule grain arrondi de quartz hyalin, rappelant ceux que l'on trouve dans les sables.

*Résultats.* — La position de la craie grise de Saint-Martin-du-Tertre dans une dépression de la craie blanche conduit à conclure qu'il y avait là un point d'élection où s'est accumulé le phosphate. Cette craie est semblable à celle des gisements classiques du Nord de la France occupant le même horizon.

L'on se trouve donc ici en présence d'une formation importante de phosphate dans une région que l'on ne peut considérer comme soumise à l'action d'un littoral. L'influence de rides sous-marines sur la formation des gîtes de phosphate, exprimée en 1912 par M. Joleaud, dans sa thèse et au sujet des phosphates éocènes de la Berbérie, semble applicable aux gisements de phosphate de chaux dans la craie du Sénonais.

D'après cet auteur, des reliefs sous-marins ou émergés jouèrent le rôle de barres et déterminèrent l'établissement de points morts sur le trajet des courants marins ; en arrière de ces barres les matières organiques s'accumulèrent et donnèrent naissance au phosphate à la suite de réactions chimiques. Des transgressions marines purent aussi entrer comme facteurs dans la marche de grands courants et favoriser l'accumulation des débris organiques. Tel a pu être le mode de formation de la craie grise de Saint-Martin-du-Tertre.

---

## LE *PERNATHERIUM RUGOSUM* P. GERVAIS

PAR H.-G. Stehlin<sup>1</sup>.

Sous le nom de *Pernatherium rugosum*, Paul Gervais a décrit, en 1876, quelques os d'un grand Mammifère inconnu, provenant du Calcaire de Saint-Ouen des environs du parc Monceaux, où ils avaient été recueillis, trois ans auparavant, par M. Reboux. Selon ce dernier ils avaient fait partie d'un squelette entier détruit par les ouvriers<sup>2</sup>.

Les trois documents les plus significatifs sont figurés dans la planche que l'auteur a jointe à sa notice: un calcanéum dépourvu de son apophyse sustentaculaire, une extrémité distale de métapode, une extrémité proximale de métapode. Une vertèbre ainsi que deux autres échantillons de moindre valeur, que l'auteur supposait être des fragments d'omoplate et de radius, ne sont mentionnés qu'en passant.

Gervais compare les échantillons figurés aux éléments correspondants du squelette des Edentés vivants et fossiles et surtout des genres éteints *Schizotherium*, *Macrotherium*, *Ancylotherium* qui, à cette époque, étaient rangés encore parmi les Edentés. Quoiqu'il leur trouve moins d'affinités avec les Edentés vivants qu'à ces derniers trois genres, il arrive à la conclusion que l'animal du Calcaire de Saint-Ouen appartient également à l'ordre des Edentés, mais à titre de représentant d'un genre et peut-être d'une famille nouvelle. La forme des trois os et plus spécialement celle du calcanéum aurait pu engager l'auteur à les comparer aussi avec des pieds de Perissodactyles; on est surpris qu'il n'y ait pas songé.

En 1888 une découverte heureuse, faite par Henri Filhol au cours de ses fouilles à Sansan, vint prouver à l'évidence que les extrémités classées dans l'ordre des Edentés sous le nom de *Macrotherium* se rapportent au même animal que les mâchoires de Perissodactyles décrites sous le nom de *Chalicotherium*<sup>3</sup>. Dès lors et par analogie les os de pattes de l'Oligocène du Quercy,

1. Note présentée à la séance du 27 mai 1918.

2. P. GERVAIS. Indices d'un nouveau genre de Mammifères édentés, fossile dans les dépôts éocènes dits de Saint-Ouen. *Journal de Zoologie*, V, 1876, p. 424-432, pl. XVIII.

3. H. FILHOL. Etudes sur les Mammifères fossiles de Sansan. *Annales des Sciences géologiques*, XXI, 1891.

dénommés *Schizotherium* et les mâchoires de même provenance inscrites sous le nom de *Chalicotherium modicum* furent également réunis et les deux animaux du Miocène et de l'Oligocène formèrent avec leur parent indubitable, l'*Ancylotherium* de Pikermi, une section aberrante des Périssodactyles, les Chalicotheridés.

A l'occasion de ce revirement le *Pernatherium*, que personne paraît-il après Gervais n'a plus examiné de près, fut à son tour transféré dans l'ordre des Périssodactyles, famille des Chalicotheridés ; déplacement justifié dans ce sens que, les *Chalicotherium* et les *Ancylotherium* une fois éliminées de l'ordre des Edentés, ses rapports avec ceux-ci devenaient plus problématiques que jamais ; mais arbitraire quant aux affinités de famille sur lesquelles Gervais avait formulé des réserves expresses et bien fondées.

Déjà en 1909, en parlant des faunules éocènes du bassin de Paris, j'ai dit que le rapprochement du *Pernatherium* avec les Chalicotheridés me paraissait douteux<sup>1</sup>. Récemment l'étude d'un lot d'os de *Lophiodon* de provenances diverses m'a confirmé dans ces doutes et m'a permis de faire quelques observations susceptibles d'éclaircir la position systématique de ce curieux Mammifère.

Dans le *Lophiodon leptorhynchum*, étudié par M. Depéret<sup>2</sup>, les têtes distales des métapodes ressemblent à quelques petites particularités près, à celles des métapodes d'un Rhinocéridé de faible taille ; vues par une des faces latérales elles présentent un contour semicirculaire. Dans les grands *Lophiodon* elles prennent une allure plus spéciale. Leur face antérieure est aplatie de façon que le contour dont il vient d'être question, se compose d'une partie antérieure légèrement convexe et d'une partie postérieure en forme de section de cercle, reliées par une courbure assez aiguë ; en même temps elle a une étendue verticale considérable et se termine en haut par un bord irrégulièrement ogival.

Or c'est exactement comme dans ces métapodes des grands *Lophiodon* que se présente la tête dans le fragment distal de métapode que Gervais, dans sa figure 3, a représenté par sa face antérieure. Chez les *Chalicotherium* elle se comporte tout autrement, surtout chez le *Chalicotherium modicum* des phosphorites, le plus rapproché, comme âge géologique, du *Pernatherium*<sup>3</sup>.

1. H.-G. STEHLIN. Remarques sur les faunules de Mammifères des couches éocènes et oligocènes du Bassin de Paris. *B. S. G. F.*, (4), IX, p. 493, note 2.

2. CH. DEPÉRET. Etudes paléontologiques sur les *Lophiodon* du Minervois. *Archives du Muséum d'hist. nat. Lyon*, IX, 1903.

3. Voir P. GERVAIS. Remarques ostéologiques sur les pieds des Edentés. *Journal de Zoologie*, IV, 1877, pl. II. — H. FILHOL. Observations concernant quelques Mammifères fossiles nouveaux du Quercy. *Annales Sc. nat.*, XVI, 1894.

A en juger d'après ce premier document on est donc porté à penser que le *Pernatherium* est un *Lophiodon*.

La forme générale du calcanéum (GERVAIS, fig. 1, 1a, 1b, 1c) est toute en faveur de cette conclusion. Comme dans les *Lophiodon* il est trapu, à tuber raccourci, très dissemblable à celui des *Chalicothéridés*, du *Chalicotherium modicum* en particulier<sup>1</sup> qui a le tuber grêle et allongé.

Mais ce calcanéum se distingue, en plus, par un caractère tout spécial, qui nous fournit, je crois, un argument particulièrement fort à l'appui du rapprochement suggéré par le métapode. Au-dessus de la grande facette astragaliennne externe et contiguë à elle il possède une petite facette horizontale, qui ne peut avoir servi qu'à une articulation avec le péronné. Cette facette, quoique l'auteur ne la mentionne pas, est indiquée très nettement dans la figure 1 de Gervais, qui représente l'os par sa face antérieure et dans la figure 1a, qui le représente par sa face externe.

L'articulation calcanéo-péronnéenne est étrangère aux *Chalicothéridés*. De tous les genres de Périssodactyles représentés dans le Tertiaire de l'Europe occidentale<sup>2</sup>, le genre *Lophiodon* est le seul qui la possède. Je retrouve la facette en question sur un gros calcanéum d'Egerkingen, peut-être de *L. tapiroides* ou de *L. Cuvieri*; sur un autre plus petit que j'ai recueilli moi-même à La Livinière et qui a la taille du *L. leptorhynchum*; sur un troisième du *L. remense* des Sables à Térédines. Sur ce dernier échantillon on remarque en arrière de la facette et s'enfonçant dans la base du tuber une fossette profonde, destinée sans doute à un fort ligament calcanéo-péronnéen. Moins accusée dans l'échantillon de La Livinière cette fossette est tout à fait effacée sur celui d'Egerkingen. Sur le calcanéum de *Pernatherium* on la reconnaît facilement dans la figure 1a. Je puis ajouter que des Sables à Térédines je possède aussi une extrémité distale de péronné avec la facette correspondante bien développée.

Les auteurs qui ont étudié les pattes des *Lophiodon* n'ont pas relevé cette particularité du genre. M. Depéret, dans sa monographie du *Lophiodon leptorhynchum*, ne représente le calcanéum qu'en connexion avec les autres os tarsiens (pl. iv, fig. 8) et dans sa figure photographique on ne distingue pas la petite facette; il se peut même que l'échantillon reproduit soit endommagé dans la partie qui nous intéresse. Mais le calcanéum de la

1. Le calcanéum du *Chalicotherium modicum* n'a pas été figuré, si je ne me trompe. La collection du Musée de Bâle en possède trois exemplaires.

2. Dans l'Est du continent on a signalé des représentants de la famille des Titanothéridés, qui ont cette articulation.

collection de Bâle, que je viens de mentionner, prouve que le *L. leptorhynchum* n'échappe pas à la règle générale. Le dessinateur de H. Filhol<sup>1</sup>, en revanche, a bien indiqué la facette péronéenne dans le beau calcanéum de *Lophiodon isselense*, représenté dans les figures 7 et 8 de la planche XI.

Dans le détail le calcanéum du Calcaire de Saint-Ouen présente quelques différences par rapport à ceux auxquels je le compare; la rainure profonde par exemple qui, sur son côté postérieur, suit le bord de la facette cuboïdienne, ne se retrouve dans aucun de ces derniers. Mais comme ceux-ci, dont la détermination générique n'est sujette à aucun doute, présentent entre eux des différences non moins notables, je ne crois pas devoir attribuer à ces particularités une valeur plus que spécifique.

Quant au troisième document, le fragment de métapode représenté dans les figures 2, 2a, 2b, 2c, il est de structure spéciale et difficile à interpréter de l'aveu de Gervais lui-même qui, sous toutes réserves, l'a décrit comme deuxième métatarsien. Son extrémité supérieure (fig. 2c), dont le contour décrit un triangle équilatéral, est pourvu de trois facettes articulaires, deux antérieures et une postérieure, isolées par des plans rugueux, qui doivent avoir servi d'attache à des ligaments. Toutes les trois facettes sont planes ou à peu près, ce qui semble indiquer en effet que nous avons affaire à un métatarsien plutôt qu'à un métacarpien. La facette postérieure et la plus grande des antérieures sont horizontales; elles correspondent sans doute à l'os tarsien propre du métatarsien, tandis que la petite facette antérieure doit s'être articulée avec l'os tarsien d'un métatarsien voisin. C'est la disposition de cette petite facette surtout qui est particulière. Elle est peu inclinée et supportée en grande partie par une espèce de console qui fait saillie sur le bord de la diaphyse. Une facette verticale contiguë à elle (fig. 26) se rapporte au métapode voisin. C'est l'absence d'une facette latérale analogue sur le côté opposé qui a entraîné P. Gervais à voir dans cet os un deuxième métatarsien plutôt qu'un troisième et à considérer, par conséquent, la petite facette tarsienne antérieure comme celle destinée au troisième cunéiforme. Sans en être tout à fait certain j'incline à penser que sous ce rapport Paul Gervais s'est trompé. La face tarsienne, dans son ensemble, est trop symétrique pour un deuxième métatarsien, même pour celui d'un pied à quatre ou cinq doigts, et la diaphyse du côté de la grande facette tarsienne antérieure est si bien aplatie (fig. 2a) que malgré l'absence d'une

1. H. FILHOL. Etude sur les Vertébrés fossiles d'Issel (Aude). *Mémoires de la Société géologique de France*, V, 1888.

facette latérale on doit conclure à la présence de ce côté d'un métapode bien développé. Je suis donc porté à croire que cet os très étrange est un troisième métatarsien qui, comme celui du *Tapir* et celui du *Paleotherium magnum*, possédait une articulation supplémentaire avec le cuboïde.

Dans son contour général l'extrémité tarsienne du troisième métatarsien de *Lophiodon leptorhynchum* cadre bien avec celui du *Pernatherium* et dans la figure 11, pl. iv de M. Depéret on croit même remarquer, comme sur ce dernier, une zone rugueuse isolant la partie postérieure de la facette cunéiformienne ; mais puisque cette particularité n'est pas mentionnée dans le texte, je suppose que ce n'est qu'une apparence due à quelque lésion. Quoi qu'il en soit, en tous cas l'analogie ne s'étend pas sur la présence d'une facette cuboïdienne ; M. Depéret dit expressément que ce métapode ne s'articule qu'avec le grand cunéiforme<sup>1</sup>.

Parmi les os de patte de grands *Lophiodon* que j'ai recueillis à Egerkingen il n'y a pas d'extrémité proximale de troisième métatarsien. Mais les autres métapodes de ces grandes espèces diffèrent si notablement de leurs homologues chez le *L. leptorhynchum*, que leur troisième métatarsien, sous le rapport qui nous intéresse, pourrait facilement se comporter autrement que celui de ce dernier. Je puis ajouter que plusieurs de ces gros os de pattes présentent une sculpture très analogue à celle du métatarsien de *Pernatherium* qui a suggéré à Gervais le nom spécifique *rugosum*.

D'autre part le métatarsien du parc Monceaux a décidément plus d'analogie avec le troisième métatarsien du *L. leptorhynchum* qu'avec n'importe quel métapode de *Schizotherium* ou de *Chalicotherium*. Il est facile de s'en convaincre en comparant les figures publiées par Paul Gervais<sup>2</sup> et par Henri Filhol<sup>3</sup>.

Somme toute, si ce troisième document, pour le moment, ne nous fournit pas d'autres arguments en faveur des conclusions que nous avons tirées de l'examen des deux premiers, il ne présente aucune particularité qui pourrait nous engager à le rapprocher d'un autre groupe connu de Mammifères plutôt que de celui des *Lophiodon*.

La présence d'un Chalicothéridé dans le Calcaire de Saint-Ouen aurait été un fait surprenant. Si nous faisons abstraction du *Pernatherium*, les Chalicothéridés n'apparaissent en Europe que pen-

1. Henri Filhol attribue une facette cuboïdienne au troisième métatarsien de *Lophiodon isselense*. Mais l'os sur lequel il prétend avoir fait cette observation (pl. XII, fig. 1-5, 1883, l. c.) me semble être un troisième métacarpien.

2. L. c., 1877.

3. L. c., 1891 et 1894.

dant la première moitié de l'Oligocène, au début du Stampien à peu près, pour s'y maintenir jusqu'à la fin des temps miocènes. L'Eocène supérieur, si riche en gisements de Mammifères, n'a jamais donné la moindre trace pouvant être rapportée à un animal de cette famille.

Si au contraire les ossements du parc Monceaux proviennent d'un *Lophiodon*, tout rentre dans la règle. On sait depuis longtemps que le genre *Lophiodon*, qui avait d'abord paru être cantonné dans le Lutétien, a prolongé son existence en Europe pendant l'époque bartonienne. Dans le Bartonien du Castrais, de Robiac (Gard), de Libourne on a recueilli les restes du gigantesque *Lophiodon lautricense* NOULET. A Sergy (Aisne), dans le calcaire de Ducy dépendant des Sables moyens, M. Thomas a découvert les dents sur lesquelles M. Depéret a basé son *L. Thomasi*. Le *L. franconicum* MAACK du Sidérolithique de Heidenheim qui n'est peut-être qu'une variété naine du *L. lautricense*, appartient à la même époque ; nous l'avions conclu, M. Depéret et moi, de l'état d'évolution de ses prémolaires et un document recueilli dans les Sables moyens de Berville est venu confirmer notre conclusion<sup>1</sup>.

En l'absence des dents il est difficile de dire si la patte dite *Pernatherium* représente une quatrième espèce ou si elle se rapporte à l'une de ces trois espèces bartoniennes déjà signalées. D'une part elle paraît trop forte pour le *Lophiodon Thomasi*, d'autre part elle est trop faible pour le *Lophiodon lautricense*. C'est je crois au *Lophiodon franconicum* que ses dimensions conviendraient le mieux.

En résumé, je crois pouvoir affirmer que les os décrits sous le nom de *Pernatherium rugosum* n'ont rien à voir avec la famille des Chalicothéridés et qu'ils se rapportent soit à un *Lophiodon* soit à un Périssodactyle voisin de ce genre<sup>2</sup>.

1. CH. DEPÉRET. Etudes sur la famille des Lophiodontidés. *B. S. S. F.*, (4), X, 1910.

2. Il n'est pas superflu de rappeler qu'on connaît de notre Eocène moyen un Périssodactyle de forte taille voisin des *Lophiodon* sans être un *Lophiodon* proprement dit. C'est le *L. bouxovillanum* CUVIER du Lutétien de Bouxviller. Voir à ce sujet : H.-G. STEHLIN. Die Säugetiere des schweizerischen Eocaens. *Mém. Soc. pal. suisse*, XXX, 1903, p. 123.



NOTES D'UN VOYAGE GÉOLOGIQUE  
A TAZA (MAROC SEPTENTRIONAL)  
(CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU DÉTROIT SUD-RIFAIN)

PAR **Louis Gentil**<sup>1</sup>.

J'ai pu réaliser, en septembre 1915, un voyage dans la région comprise entre Fez et la Mlouya dont l'objet principal était l'étude géologique du seuil de Taza, appelé plus communément la « Trouée de Taza ».

Parti de Fez par la piste de Souq el Arbâa de Tissâ et d'oued Amelil, j'ai gagné Taza par la vallée de l'oued Lahdar, affluent de l'Innaouen. J'ai parcouru, autant que les circonstances le permettaient, les environs, puis j'ai poussé mes investigations jusqu'à la Mlouya, à Guercif et Merada, reliant ainsi mes itinéraires géologiques du Maroc occidental à ceux du Maroc oriental et des confins algéro-marocains.

J'ai en outre accompli un raid jusqu'à Bab Moroudj, poste militaire avancé, situé à 35 km. au Nord de Taza, dans les premiers contreforts du Rif et, sur le chemin du retour, j'ai effectué, entre Souq el Arbâa de Tissâ et Fez, un crochet qui m'a permis d'aller toucher la Kalâa des Sless, au bord de l'oued Ouerr'a.

On comprendra tout à l'heure l'importance que j'attachais à ce voyage depuis longtemps projeté. Aussi n'aurai-je garde d'oublier tous ceux qui m'ont permis de l'accomplir.

Ma reconnaissance va d'abord à M. le général Lyautey, résident général de France au Maroc, qui m'a autorisé à parcourir des régions fraîchement soumises tout en assurant ma sécurité. On sait avec quelle sollicitude l'éminent soldat et académicien favorise la recherche scientifique dans notre jeune protectorat dont il prépare si brillamment les destinées. Je n'oublierai pas non plus le colonel Simon, chargé de la subdivision de Fez, le lieutenant-colonel Derigoïn, commandant les troupes d'occupation de la région de Taza, le commandant Mougin, chef de service des renseignements dans cette région, enfin le commandant Lamoureux et le commandant de Fabry placés à la tête des postes avancés de Bab Moroudj et de Kalâa des Sless. Leur obligeant accueil, l'extrême amabilité qu'ils ont mis à faciliter mes déplacements, tout en éveillant en moi des sentiments de gratitude, ont été autant de preuves d'une affectueuse amitié dont j'ai été très touché.

1. Note présentée à la séance du 4 mars 1918.

## SITUATION GÉOGRAPHIQUE.

Taza est pittoresquement placé sur une plateforme de travertins quaternaires, au pied des escarpements rocheux des montagnes des Riata qui marquent, de ce côté, la terminaison de la grande chaîne du Moyen Atlas. Dominant la vallée de l'oued Innaouen, — dont les eaux s'écoulent vers l'Ouest pour aller grossir l'oued Sebou —, cette petite ville a eu son temps de prospérité, grâce à sa situation privilégiée sur la seule route possible entre le Maroc atlantique et l'Algérie. Au XIX<sup>e</sup> siècle, la faiblesse des sultans, tout en livrant ses habitants à la rapacité des montagnards qui l'entourent, a interrompu, pendant de longues années, la grande route suivie depuis les temps les plus reculés, reprise par les civilisations romaine et musulmane.

En occupant ce point stratégique de premier ordre, le général Lyautey n'a pas seulement étendu la paix française à des régions accidentées qui opposaient une barrière à la liaison de nos possessions méditerranéennes ; il a définitivement ouvert la grande voie romaine qui, de la Syrte à l'Atlantique, marquera une date dans notre histoire coloniale le jour où le rail, activement poussé des deux côtés, aura opéré sa jonction, traçant à travers notre immense empire du Nord de l'Afrique l'artère principale qui doit en féconder le sol, apporter à ces pays une ère de prospérité qu'ils n'ont jamais connue.

Taza se trouve presque à mi-chemin entre la Mlouya et Fez ou, du moins, il est placé à 62 km. à vol d'oiseau de Guercif, situé sur le fleuve méditerranéen, à 90 km. de Fez, dans la vallée de l'oued Sebou qui se jette dans l'Atlantique.

On a cru pendant longtemps que l'Atlas, parti du Sud-Marocain, traversait tout le Maghreb pour aboutir à la deuxième colonne d'Hercule (djebel Mouça), qui domine Ceuta sur le détroit de Gibraltar. Toutes les cartes anciennes figurent cette grande ligne de crêtes qui paraissent ainsi isoler le Maroc atlantique des versants méditerranéens faisant face aux confins algéromarocains.

Cette erreur a été levée en 1804 par l'espagnol Badia qui, sous le nom d'Ali Bey el Abbassi<sup>1</sup>, accomplit des voyages, demeurés célèbres, dans le Nord de l'Afrique, en Égypte et en Syrie. Il fut frappé, entre Fez et Oujda, de voir sa route tracée au fond d'un large sillon, laissant sur sa droite l'Atlas avec ses hauts sommets,

1. Voyage d'Ali Bey el Abbassi en Afrique et en Asie pendant les années 1803, 1804, 1805, 1806, 1807. Paris, P. Didot aîné, 1814.

sur sa gauche une série de crêtes plus ou moins parallèles : le Petit Atlas de Ptolémée. Ainsi était séparé l'Atlas du Rif. La carte à 1/1 950 000, qui accompagne l'ouvrage de Badia, donne pour la première fois une idée d'ensemble du relief du Maroc.

La mémorable traversée d'Ali Bey el Abbassi a été renouvelée par Maurice de Chavagnac en 1887<sup>1</sup>, puis par H.-M.-F. de la Martinière en 1891<sup>2</sup>, mais ces voyageurs n'ont pas ajouté de documents nouveaux à ceux de leur devancier.

La dépression comprise entre le Rif et les derniers contreforts du Moyen Atlas, d'abord très étalée dans la région de Fez, se resserre progressivement en approchant de Taza, pour s'ouvrir ensuite largement en se dirigeant vers la Mlouya.

Il est peu de régions où le relief trahisse plus manifestement la nature du sous-sol.

Au Sud, les contreforts du Moyen Atlas sont très accidentés, ils apparaissent avec leurs saillies rocheuses de calcaires massifs des Beni Ouâraïn et des R'iata, qui laissent percer leur soubassement paléozoïque schisteux ou cristallin partout où l'érosion a décapé la chaîne de sa couverture jurassique. Au Nord, les avant-monts du Rif, des Tçoul et des Branès, se présentent sous la forme de chaînons aux crêtes arrondies, rarement saillantes, qui révèlent la composition marneuse de leur structure. Enfin la partie la plus basse de la dépression est encombrée par des argiles dont les formes écrasées contrastent avec les reliefs qui l'encadrent.

Deux systèmes hydrographiques bien distincts sillonnent la région qui nous occupe.

Dans l'Ouest une série de vallées descendues du Moyen Atlas et du Rif sont tributaires d'un cours d'eau principal : l'oued Innaouen, qui prend naissance à une vingtaine de kilomètres à l'Est de Taza, dans la plaine élevée de Fahama et le petit plateau de Sidi Sâada. Cette rivière coule au pied de Taza dans une vallée creusée dans des argiles, accentuant ainsi la dépression tertiaire dans sa partie la plus resserrée : la « Trouée de Taza ». Dans l'Est, une série de thalwegs aux berges escarpées, sont aménagés en pays plat et en pentes déclives, comme l'oued Msoun, l'oued Mellelou, l'oued Bou Rached, affluents de gauche de la Mlouya.

L'oued Innaouen représente, avec l'oued Ouerr'a, l'un des principaux affluents du Sebou qui se jette dans l'océan à Mehdy, au Nord de Rabat. La Mlouya se jette dans la Méditerranée près

1. De Fez à Oujda. *B. S. Géogr. P.* (7<sup>e</sup>), VIII, 1887, p. 269-351, 1 carte avec profils.

2. Itinéraire de Fez à Oujda. *Bul. Géogr. hist. et descript. Comité Trav. hist. et scient.*, 1895, p. 65-93, 1 carte itinéraires, Paris, Impr. Nat., 1895.

du cap de l'Eau, de sorte que le plateau gréseux de Sidi Saâda et la plaine argileuse de Fahama tracent à quelque 20 km. à l'Est de Taza, la ligne de partage des eaux continentales qui se déversent d'un côté dans l'océan Atlantique, de l'autre dans la mer Méditerranée.

#### BUT DU VOYAGE. LE DÉTROIT SUD-RIFAIN.

Indépendamment de l'attrait que peut offrir une région encore vierge de toute investigation géologique et des données d'une certaine portée pratique que l'on pouvait déduire d'une étude générale — pour la mise en valeur des régions marocaines nouvellement soumises à notre domination —, la longue bande de territoire comprise entre Fez et la Mlouya m'attirait encore par une question d'ordre théorique que j'ai précédemment traitée, tout en laissant une certaine part à l'hypothèse dans mes conclusions.

On admet depuis longtemps, — à cause de l'analogie des faunes des dépôts méditerranéens et de celles que l'on a pu observer sur les bords de l'Atlantique dans la péninsule ibérique et en Afrique —, qu'il a toujours existé, à l'époque néogène, une libre communication entre la « mer intérieure » et la « mer extérieure » pour reprendre ici les termes par lesquels les géographes anciens désignaient la Méditerranée et l'océan Atlantique. Autrement dit la Méditerranée n'a jamais été, durant la période néogène, une mer fermée.

On a cherché de quel côté pouvaient se faire, au début de cette époque, les échanges marins et l'on a tout naturellement pensé à un passage au fond du golfe de l'Aquitaine. Mais l'existence du seuil des Corbières a fait définitivement renoncer à cette première idée <sup>1</sup>.

C'est alors que Tournouër a montré qu'une communication existait, tout au début du Néogène, entre la Meseta Ibérique et la Cordillère Bétique, par l'observation des dépôts actuellement enserrés dans la vallée du Guadalquivir. Il l'a appelée le « Déroit andalou », mais elle est plus généralement désignée sous le nom de « Déroit Nord-Bétique ». Ed. Suess a pensé qu'il existait peut-être à la même époque une autre communication plus méridionale en Afrique <sup>2</sup>.

Les travaux de la Mission française d'Andalousie avaient, en effet, démontré qu'à l'époque miocène la communication actuelle

1. EMM. DE MARGERIE. Note sur la structure des Corbières. *B. S. C. G. F.*, XVII, 1890, p. 29.

2. La Face de la Terre, trad. française, t. I, p. 397.

entre la Méditerranée et l'Océan n'existait pas encore<sup>1</sup> et les matériaux plaisanciens recueillis par cette mission à Los Tejares, aux environs de Malaga, avaient suggéré à Munier-Chalmas l'idée que l'ouverture du détroit de Gibraltar remontait au début du Pliocène. On peut seulement regretter que l'illustre naturaliste n'ait pas écrit ce qu'il pensait sur la communication la plus récente de la Méditerranée néogène, la *Préméditerranée*, comme il l'appelait ; mais les souvenirs sont encore très vivaces parmi ses élèves de la netteté avec laquelle il avait conçu, comme tant d'autres, la genèse de cette importante question.

Cependant un fait semblait infirmer à la fois les conclusions de la Mission d'Andalousie et l'affirmation du regretté professeur à la Sorbonne.

L'explorateur allemand Oskar Lenz avait recueilli à Tétouan, à 40 km. au Sud du détroit de Gibraltar, les éléments d'une faune néogène qu'il avait soumise au paléontologiste Th. Fuchs. Ce dernier en a donné une liste d'une trentaine de Mollusques et il a rapproché la faune de Tétouan de celle de Lapugy (Hongrie méridionale) qui appartient au Miocène moyen (deuxième étage méditerranéen d'Ed. Suess)<sup>2</sup>.

L'existence du Miocène dans la vallée de l'oued Martil d'après ces géologues allemands —, alors que ces dépôts néogènes sont absents de l'autre côté du détroit de Gibraltar —, m'avait fait penser qu'un passage avait pu exister à cette époque à peu de distance du détroit actuel, le long du parallèle de Tétouan.

J'ai mis à profit mon premier voyage au Maroc (1904-1905) pour étudier cette question. J'ai gagné la ville sainte du Rif par un itinéraire à travers la tribu des Andjera et j'ai fouillé à loisir le gisement d'Oskar Lenz. J'en ai rapporté les éléments d'une riche faune qui, examinée attentivement avec A. Boistel, nous a permis de voir qu'elle est, en réalité, plaisancienne, offrant des analogies frappantes avec celle de Millas et du Boulou, dans le Roussillon, de Los Tejares, aux environs de Malaga, du Sahel d'Oran, des Trois Palmiers et de Douéra, en Algérie<sup>3</sup>.

Ainsi j'étais amené à synchroniser les dépôts pliocènes répartis sur les côtes de la péninsule ibérique et du Maroc, de part et d'autre des Colonnes d'Hercule. Et il devenait manifeste que le

1. Mission d'Andalousie. Paris, Impr. Nat., 1889. Mémoire de MM. BERTRAND et KILIAN, de MM. MICHEL-LÉVY et BERGERON.

2. Beiträge zur Kenntniss der Tertiärbildungen in Nord und West-Afrika. *Verh. d. K. K. geologischen Reichsanstalt*, Wien, 1883, p. 225-229.

3. Sur l'existence d'un remarquable gisement pliocène à Tétouan (Maroc). *C.R. Ac. Sc.*, t. 140, p. 1725-1727, séance du 26 juin 1905.

détroit de Gibraltar était ouvert au début de l'époque pliocène<sup>1</sup>.

L'absence de sédiments miocènes dans la partie la plus occidentale de la Méditerranée semblait indiquer qu'il fallait rechercher plus au Sud les traces des échanges marins qui s'étaient forcément produits par ailleurs, après la fermeture du Détroit Nord-Bétique.

J'ai abordé ce problème de deux côtés à la fois, d'une part à l'Est de la Mlouya, dans les confins algéro-marocains, de l'autre dans le Nord du Maroc et le Maroc occidental.

Dans les confins algéro-marocains j'ai suivi de proche en proche, depuis le Sahel d'Oran et le Bassin de la Tafna, les différents niveaux du Miocène marin que j'ai décrits dans ma thèse de doctorat<sup>2</sup> en allant de l'Est vers l'Ouest.

J'ai d'abord perdu la trace des dépôts du premier étage méditerranéen avant d'arriver à la frontière marocaine. Très développés dans la vallée de la Moyenne Tafna, entre les rides du Filhaoucen et le plateau tabulaire des monts de Tlemcen, ils se retrouvent sur la côte, dans la région de Nemours et des Msirda où ils renferment :

*Pecten burdigalensis* LAMK. ; *P. benedictus* LAMK. ; *P. scabrellus* LAMK. ; *P. convexior* ALMEIRA et BÓFILL ; *P. Tournali* M. DE SERRES ; *Turritella turris* BASTEROT ; *Pleurotoma calcarata* GRATELOUP, etc. espèces du Burdigalien de l'Afrique du Nord, de la vallée du Rhône, de la province de Barcelone.

A partir de l'oued Kiss je n'ai plus retrouvé ces dépôts qui, s'ils existent, sont cachés sous des terrains néogènes plus récents.

Le Vindobonien se poursuit avec une constance de faciès remarquable, depuis le Bassin de la Tafna jusqu'au delà de la Mlouya. Les argiles de la base de cet ensemble (Helvétien), si développées dans la Tafna et sur le versant méridional du Filhaoucen, se retrouvent dans la Moyenne Mlouya, toujours caractérisées par l'*Ostrea crassissima* et parfois surmontées de lambeaux de grès tortoniens. C'est le prolongement vers l'Ouest des couches à

*Pecten incrassatus* PARTSCH (= *P. Besseri* HÖRNES non ANDR.) ; *P. Gentoni* FONTANNES ; *Lucina columbella* LAMK. ; *Ostrea crassissima* LAMK. avec ses variétés, formes du deuxième étage méditerranéen du Bassin de la Tafna.

Le Miocène supérieur marin (Sahélien) qui, par sa faune de Mollusques, est devenu classique dans le Sahel d'Oran, n'apparaît

1. LOUIS GENTIL. Sur la formation du détroit de Gibraltar. *C. R. Ac. Sc.*, t. 148, p. 1227, 3 mai 1909.

2. Esquisse stratigraphique et pétrographique du Bassin de la Tafna. Alger, 1902, p. 289-377.

plus, au Sud de la chaîne littorale de l'Oranie occidentale, mais il se continue sur la côte. Je l'avais poursuivi autrefois jusque dans la Basse Tafna <sup>1</sup>.

Depuis je l'ai retrouvé plus à l'Ouest, d'abord dans le petit bassin de Nemours.

Les grès qui affleurent le long de la falaise, notamment au-dessous du phare, et qui s'enfoncent dans la vallée de la Mersa, ne sont pas helvétien, comme on le pensait autrefois, mais bien sahéliens.

Dans un grès finement coquillier, un peu argileux, j'ai recueilli :

*Pecten restitutensis* FONTANNES, forme de passage au *P. latissimus* BROCCHI, du Sahélien d'Oran ; *P. sarmenticius* GOLDFUSS, espèce caractéristique du Sahélien de Tifarouïne ; *P. Dunkeri* MAYER-EYMAR ; *P. cristato-costatus* SACCO ; *Amussium denudatum* REUSS ; *Chlamys multistriatus* POLI ; *C. mimus* FONTANNES ; *Lucina* sp. ; *Anomia ephippium* LINNÉ ; *Ostrea Velaini* MUNIER-CHALMAS, en exemplaires abondants ; *O. Falsani* LOCCARD ; *O. lamellosa* BROCCHI ; *Alectryonia plicatula* LINNÉ sp. ; *Scalaria* sp. ; *Balanus* sp. ; *Clypeaster megastoma* POMEL, du Sahélien d'Oran ; *C. altus* POMEL ; *Lithothamnium* sp., en échantillons abondants.

Une suite presque ininterrompue de lambeaux du même étage se montrent, tout le long de la côte, au Ras Kelâa et près du cap Milonia, jusqu'à Port-Say, sur la rive droite de l'oued Kiss.

A Port-Say, le Miocène supérieur est particulièrement développé et fossilifère. Il montre, sur une centaine de mètres de puissance, la succession des assises suivantes, considérées de bas en haut :

1° Un conglomérat de base formé de poudingues et de grès grossiers qui renferment parfois assez abondamment :

*Pecten restitutensis* FONTANNES, variété, forme de passage à *P. latissimus* BROCCHI ; *P. incrassatus* PARTSCH (= *P. Besseri* HÖRNES non ANDR.), en exemplaires abondants de petite et grande taille ; *P. sarmenticius* GOLDFUSS, espèce caractéristique du Sahélien de Tifarouïne ; *P. hollenensis* MAYER-EYMAR, forme pliocène ; *Spondylus gæderopus* BROCCHI (= *Sp. crassicosta* LAMARCK) ; *Terebratula sinuosa* BROCCHI, variété, forme de passage entre l'espèce du Miocène et celle du Pliocène abondante dans le Sahélien d'Oran.

2° Des marnes bleuâtres ou grises, délitables, avec fossiles plus ou moins bien conservés parmi lesquels j'ai reconnu :

*Pecten* du groupe de *P. scabrellus* LAMK. (fragment indéterminable) ; *Flabellipecten Ugolinii* DEPÉRET et ROMAN, espèce du Miocène élevé de Sardaigne et du Sahélien d'Oran ; *Amussium cristatum*

1. Thèse, loc. cit. Carte géologique du Bassin de la Tafna à 1/200 000.

BRONN *sp.* du Miocène supérieur d'Oran et de la province d'Alger ; *A. comitatum* FONTANNES *sp.* ; *Lucina miocenica* MICHELOTTI ; *Cardita intermedia* BROCCHI, espèce voisine de *C. Matheroni* MAYER-EYMAR, en exemplaires abondants avec test ou à l'état d'empreintes ; *Arca Diluvii* LAMK., forme nettement pliocène ; *Arcopagia crassa* PENNANT ; *Corbula revoluta* BROCCHI ; *Nucula placentina* LAMK., espèce du Pliocène du Bassin méditerranéen ; *Astarte aff. sulcata* DA COSTA, forme de mer froide du Bassin méditerranéen ; *A. sp.*, *Megassium rotundata* MONTAGU ; *Ostrea cochlear* POLI ; *O. Barroisi* MUNIER-CHALMAS ; *Scalaria sp.* ; *Turbo* (opercules) ; *Dentalium sexangulum* LINNÉ, espèce du Sahélien de Carnot ; Echinides (radioles) ; *Flabellum sp.* ; *Ceratotrochus sp.*

3° L'étage se termine par des calcaires blancs, à Polypiers et *Lithothamnium* dans lesquels j'ai en outre recueilli :

*Pecten restitutensis* FONTANNES, variété ; *P. sarmenticius* GOLDFUSS ; *Ostrea Velaini* MUNIER-CHALMAS ; *Alectryonia plicatula* LINNÉ *sp.*

On ne peut qu'être frappé de l'identité de la faune des dépôts miocènes du littoral, entre Nemours et les confins algéro-marocains, avec celle des marnes et calcaires blancs du Sahel d'Oran, et celle du Sahélien de Tifarouïne et du cap Figalo ; d'autres affinités rappellent aussi la faune de Carnot de la province d'Alger. De sorte que la continuité vers l'Ouest, dans la zone littorale, du Miocène supérieur ne peut être mise en doute.

On y retrouve, en effet, malgré des changements de faciès, les mêmes formes de Mollusques où se trouvent associées, à des espèces essentiellement miocènes comme *Pecten incrassatus*, *P. sarmenticius*, *P. Ugolinii*, des espèces pliocènes comme *Pecten bollenensis*, *P. comitatus*, etc.

C'est ainsi que j'ai défini, autrefois, les caractères du Miocène supérieur du Sahel d'Oran <sup>1</sup>.

D'ailleurs les faciès du littoral oranais se retrouvent dans la vallée de l'oued Kiss, à la frontière marocaine. L'assise médiane, argileuse, de Port-Say, se poursuit sur la rive gauche de la rivière, dans la petite colline du Korn ech Chems qui s'étend entre le Kiss et la Mlouya. Les argiles sahéliennes, avec lits de grès, renferment, de ce côté également, quelques fossiles caractéristiques :

*Pecten sarmenticius* GOLDFUSS ; *P. incrassatus* PARTSCH (= *P. Beseri* ANDR. non HÖRNES) ; *P. bollenensis* MAYER-EYMAR ; *Ostrea cochlear* POLI ; *O.* du groupe d'*O. lamellosa* BROCCHI *aff. O. Companyoi* FONTANNES ; *O. cucullata* BRONN. ; *Terebratula* du groupe de *T. sinuosa* BROCCHI ; *Schizaster dilatatus* POMEL.

1. Thèse, *loc. cit.*



De plus, au-dessous de l'ancien camp de Kelâa, j'ai observé un lit d'une roche siliceuse, à spicules de Spongiaires, avec silex ménilite, renfermant des empreintes de Poissons. Ce niveau est à rapprocher de celui du Sahélien dans lequel Sauvage a signalé une faunule avec *Alosa*, *Scombresox*, *Scarpena*, *Belone*. On sait qu'il est identique au niveau à Poissons de Licata (Sicile)<sup>1</sup>.

L'assise supérieure à Polypiers et *Lithothamnium* rappelle le faciès des calcaires blancs d'Oran. Elle se poursuit transgressivement, plus au Sud, dans la vallée de l'oued Kiss, en s'appuyant sur le massif jurassique, de part et d'autre du col de Guerbouss. J'ai retrouvé là, le *Pecten restitutus* ou du moins sa variété formant passage au *P. latissimus*, que j'ai signalée comme abondante dans les calcaires blancs du cap Figalo.

Chez les Msirda, des roches éruptives assez puissantes forment tout un massif, offrant des traces d'appareils volcaniques. Par la nature andésitique de ses déjections le *volcan des Msirda* rappelle le *volcan de Tifarouïne* situé près du cap Figalo, entre Oran et la Tafna.

Il est remarquable de constater que, comme ce dernier, il est contemporain des dépôts du Miocène supérieur; comme lui, également, il a édifié son cône de débris aux bords de la mer sahélienne qui en a remanié les éléments par des séries d'oscillations et par des déplacements de ses lignes de rivages.

Il en est résulté que les sédiments du Miocène supérieur sont, comme ceux du cap Figalo, en partie formés de tufs volcaniques marins, parfois caractérisés par des fossiles et dans lesquels abondent des lamelles de mica noir. Alors que les autres minéraux, surtout les feldspaths, ont souvent disparu par suite d'une décomposition très avancée, ces silicates ferrugineux subsistent, plus ou moins bien conservés, et révèlent facilement l'horizon géologique constant que nous venons de décrire brièvement.

Très développé entre le cap Milonia et le massif volcanique des Msirda, ce niveau sahélien micacé se retrouve plus au Sud, au bord de la grande ride jurassique du Filhaoucen et des Beni Snassen, dans la plaine des Angad. Il réapparaît encore plus à l'Ouest, au delà de l'Angad, à partir d'Aïoun Sidi Mellouk et il se poursuit avec un développement croissant jusque dans la vallée de la moyenne Mlouya. La proportion d'éléments volcaniques diminue seulement en approchant du cours du fleuve.

1. SAUVAGE. Mémoire sur la faune ichthyologique de la période tertiaire et plus spécialement sur les Poissons fossiles d'Oran (Algérie) et sur ceux découverts par M. L. Alby à Licata en Sicile. *Ann. S. G.*.. 272 p., 18 pl., 1873.

Dans la région de Taourirt, on voit le Sahélien, essentiellement formé par des poudingues et des grès micacés qui reposent sur les argiles et les grès à *Ostrea crassissima* du Vindobonien.

Ces dépôts donnent, à la région de la Moyenne Mlouya, sur les deux rives du fleuve, la caractéristique de son modelé, par la fréquence de ces témoins de roches arénacées qui forment des entablements sur les argiles au deuxième étage méditerranéen.

C'est à l'abondance de ces *gour* qu'il faut sans doute attribuer le nom de *province de Gâret* (gara, garet est le singulier de gour) que lui a donné Léon l'Africain <sup>1</sup>.

Ainsi, lorsqu'on se dirige de l'Est vers l'Ouest, en partant de l'Oranie où l'existence des trois étages du Miocène marin est parfaitement établie, on perd la trace des dépôts du premier étage méditerranéen à partir de la frontière algéro-marocaine. Du moins le Miocène inférieur doit être caché sous les terrains néogènes plus récents.

Le Vindobonien (deuxième étage méditerranéen) est bien caractérisé, tant au Nord du massif des Beni Snassen qu'au Sud de cette chaîne jurassique, dans la plaine d'Angad où sa trace est constatée sous les dépôts quaternaires; enfin il offre un grand développement dans la vallée de la Moyenne Mlouya où il a été mis à nu par l'érosion.

Le Miocène supérieur (Sahélien) se montre en couches bien datées aux abords de la frontière du Kiss et en continuité avec le Sahélien d'Oran. De ce côté, il se poursuit, au Nord du massif des Beni Snassen, par le Korn ech Chems, franchit la vallée inférieure de la Mlouya et se développe au Sud du massif des Kebdana <sup>2</sup>.

Au Sud de la chaîne jurassique du Filhaoucen et des Beni Snassen, le Miocène supérieur marin, qui se montre à l'état de sédiments arénacés à éléments volcaniques dans le Bled el Aouedj, disparaît sous l'épais manteau quaternaire de la plaine d'Angad pour affleurer à nouveau au delà d'Aïoun Sidi Melouk. Les dépôts micacés de cet étage sont encore visibles, dans la vallée de la Moyenne Mlouya, en superposition aux grès et argiles à cristaux de gypse du Vindobonien à *Ostrea crassissima*.

J'ai ainsi pu me rendre compte, il y a plusieurs années, de la transgressivité des dépôts du deuxième étage méditerranéen vers l'Ouest et de la présence du Miocène supérieur, si loin que mes

1. JEAN-LÉON L'AFRICAIN. Description de l'Afrique, tierce partie du Monde, édit. Ch. Scheffer, t. II, p. 308. Paris, Leroux, 1897.

2. LOUIS GENTIL. Aperçu géologique sur le massif des Kebdana (Maroc oriental). C. R. Ac. Sc., t. 151, p. 781, séance du 31 octobre 1910.

observations aient pu porter. Il m'a semblé aussi voir, à la jumelle, le Miocène s'étaler en plateaux réguliers jusqu'au seuil de Taza et se relever sur les pentes escarpées du Moyen Atlas, lesquelles devaient former le bord méridional du détroit, en une série de gradins monoclinaux <sup>1</sup>.

Je voyais les dépôts miocènes, en particulier ceux du Vindobonien, transgressifs vers la « Trouée de Taza ». J'ai encore pensé à cette époque que les dépôts néogènes « paraissent enserlés, entre Taza et Meknassa, sur un espace relativement très restreint, qui n'a peut-être pas plus de 30 km. entre le Rif et le Moyen Atlas <sup>2</sup> ».

Telles sont les conclusions auxquelles je suis arrivé, dès l'année 1911, au sujet des dépôts du détroit Sud-Rifain, du côté oriental, c'est-à-dire dans la partie méditerranéenne de ce bras de mer de l'époque néogène. Ce que j'ai dit, au sujet de la structure possible de la zone la plus resserrée du détroit, a été énoncé avec toute la réserve qu'impose l'observation faite à grande distance (à plus de 60 km.), mais je n'ai pas hésité à exprimer nettement la conviction que cette zone devait coïncider avec le seuil de Taza. Enfin j'ai pressenti que là se rencontreraient, le jour où la pacification permettrait l'observation directe, les dépôts du deuxième étage méditerranéen et j'en ai conclu que « le Déroit Sud-Rifain s'est ouvert dès la fermeture du Déroit Nord-Bétique » <sup>3</sup>.

Ainsi mes observations dans la zone algéro-marocaine, parfois appuyées par des faunes assez complètes, me mettaient sur la trace de la communication néogène déjà supposée au Sud du Rif. Mais je me serais abstenu de toute conclusion relative à cette importante question, si je n'avais pu recueillir, du côté *atlantique*, des faits stratigraphiques analogues à ceux que j'avais enregistrés du côté *méditerranéen*.

Une série d'itinéraires suivis au cours de différentes missions géologiques, dans le vaste triangle compris entre la côte, Tanger, Fez et Casablanca, m'ont permis d'établir, malgré le peu d'abondance des fossiles, le synchronisme des dépôts marins avec ceux des confins algéro-marocains que je viens de décrire sommairement.

C'est ainsi que, dans le R'arb, j'ai reconnu le Vindobonien formé de marnes bleues ou grises, parfois avec petits cristaux

1. LOUIS GENTIL. Un panorama de la Moyenne Mlouya (Maroc oriental). *C. R. Ac. Sc.*, t. 152, p. 1715, séance du 12 juin 1911.

2. *Loc. cit.*

3. LOUIS GENTIL. Sur la formation du Déroit Sud-Rifain. *C. R. Ac. Sc.*, t. 152, p. 415, séance du 13 février 1911.

de gypse, surmontées de poudingues à ciment gréseux et de grès argilo-sableux jaunes. Cet ensemble est caractérisé par l'*Ostrea crassissima* avec ses formes communes dans le deuxième étage méditerranéen de la Moyenne Mlouya, des confins algéro-marocains et du Tell algérien. J'ai vu dans cet ensemble puissant l'Helvétien et le Tortonien, concordants, avec les faciès qu'ils affectent habituellement dans tout le Nord-Africain.

J'ai pu suivre les sédiments du deuxième étage méditerranéen jusqu'à Fez où j'ai reconnu les marnes helvétiques surmontées des conglomérats et grès tortoniens. J'ai trouvé à ce dernier niveau, aux portes de la ville, une faune de petits Pectinidés :

*Æquipecten opercularis*, variété du Miocène de Turin, décrite par M. Sacco sous le nom de *sexdecimcostatus* ; *Æq. multiscabrellus* Sacco, espèce des collines de Turin remarquable par la finesse et le nombre élevé de ses côtes.

Entre Meknès et la côte atlantique, j'ai trouvé, près de Souq el Arbâa ez Zemmouri, dans des conditions tout à fait identiques de gisement, une autre faunule non moins caractérisée :

*Flabellipecten fraterculus* SACCO (= *Pecten vindascinus* FONTANNES) ; *Æquipecten* du groupe d'*Æq. scabrellus*, probablement forme ancestrale du *P. sarmenticius* GOLDFUSS, du Sahélien de Tifarouïne et du *P. scabrellus* LAMK., du Pliocène ; *Æq.* du groupe d'*Æq. opercularis* sp., var. *sexdecimcostatus* SACCO<sup>1</sup>.

Ces données, malgré leur imperfection due à la pénurie relative de documents paléontologiques, venaient néanmoins appuyer les observations plus détaillées faites dans la zone frontière algéro-marocaine dans la Moyenne et la Basse Mlouya. J'avais pu me rendre compte, en outre, que les sédiments du Miocène moyen se poursuivaient au delà de Fez vers l'Est, ce qui me laissait supposer qu'il y avait probablement continuité de part et d'autre du seuil de Taza, au moins, en ce qui concerne les dépôts vindoboniens.

C'est ainsi que j'ai émis l'idée « que le Détroit Sud-Rifain se serait ouvert au début du Miocène moyen pour se fermer avant l'époque pliocène<sup>2</sup> ».

Depuis, de nouvelles observations faites entre Féz et la côte atlantique, sont venues confirmer ce que j'avais énoncé.

1. LOUIS GENTIL. Observations géologiques sur la ligne d'étapes de la colonne Moinier entre Fez et la côte atlantique (Maroc). *C. R. Ac. Sc.*, t. 154, p. 84, séance du 8 janv. 1912.

2. LOUIS GENTIL. Sur la formation du détroit Sud-Rifain. *C. R. Ac. Sc.*, t. 152, p. 415, séance du 13 févr. 1911.

L'occasion d'un voyage à Oulmès à la fin de l'année 1914 m'a permis de reconnaître près de Mâziz, sur la rive droite de l'oued Tanoubert, affluent de Bou Regreg, des dépôts néogènes débutant par un lit de poudingues et formés de grès calcarifères d'où j'ai extrait :

*Pecten sarmenticius* GOLDFUSS ; *P. fraterculus* SACCO (= *P. vinus* FONTANNES).

J'ai pensé que ce niveau, qui marque de ce côté le bord méridional du Détroit Sud-Rifain, représenterait soit le Miocène moyen, soit, plutôt, le Sahélien (Miocène supérieur) <sup>1</sup>.

Dans deux notes récentes, M. G. Lecointre a fait connaître les résultats d'une mission effectuée par lui dans le R'arb en 1914. Il signale sur le flanc est du djebel Outitâ, situé à l'Est de Dar Bel Hamri, à la bordure du R'arb, des calcaires à *Oxyrhina Desori* AGASSIZ, *Flabellipecten incrassatus* PARTSCH, *Echinolampas doma* POMEL, qu'il semble rapporter au Burdigalien, par suite de l'existence de cet Echinide fréquent dans le Cartennien d'Algérie ; au-dessus une molasse helvétique à *Flabellipecten Ugo linii* DÉPÉRET et ROMAN, *Amussium denudatum* REUSS ; puis des marnes blanches, des marnes grises et des argiles blanches à fossiles mal conservés.

Au Nord de Fort Petitjean, M. G. Lecointre signale encore des sables jaunes à *Flabellipecten fraterculus* SOWERBY *sp.* qu'il attribue au Miocène supérieur <sup>2</sup>.

Ces données sont très intéressantes. Bien que la faunule des calcaires du djebel Outitâ, signalée par M. Lecointre, soit insuffisante pour déterminer le Burdigalien, la présence de l'*Echinolampas doma* suffirait à caractériser cet étage, si l'on se reporte à la constance de cette espèce dans les grès cartenniens de l'Algérie et de la Tunisie.

D'ailleurs j'ai recueilli au même niveau, en 1915, avec le même Echinide :

*Pecten præscabriusculus* FONTANNES ; *P. subbenedictus* FONTANNES. qui ne peuvent laisser subsister aucun doute sur l'existence du premier étage méditerranéen dans le R'arb.

Cette faunule caractéristique se montre, non seulement dans

1. LOUIS GENTIL. Sur la structure du plateau d'Oulmès (Marocentral). *C. R. Ac. Sc.*, t. 159, p. 659, 9 nov. 1914.

2. G. LECOINTRE. Sur la géologie du djebel Outitâ et des environs de Dar Bel Hamri (Maroc occidental). *C. R. Ac. Sc.*, t. 162, p. 556, 10 avril 1916. — Quelques résultats d'une mission dans le Gharb (Maroc occidental) en 1914. *C. R. Ac. Sc.*, t. 162, p. 719, 8 mai 1916.

les calcaires gréseux qui couronnent la crête qui domine Fort Petitjean, mais encore plus abondants en individus, sinon en espèces, sur le revers oriental du djebel Tselfaltt. Près d'Aïn Hamman, on voit, de ce côté, une assise très redressée de grès calcarifères grossiers, assez riches en Pectinidés burdigaliens.

La présence de l'Helvétien au djebel Nouïlet, à l'Ouest du djebel Outitâ, signalée par M. Lecointre, n'est pas douteuse, mais cet étage est représenté plutôt par des argiles un peu marneuses que par une mollasse. J'ai toujours placé à ce niveau l'épaisse formation d'argiles que j'ai signalée un peu partout dans le R'arb, à la suite de mes premiers voyages. Il est surmonté par des poulingues et des grès sableux, plus ou moins grossiers, à débris d'*Ostrea crassissima* que je considère toujours comme tortoniens.

Quant à l'âge des sables jaunes de Petitjean, le *Flabellipecten fraterculus*, signalé par M. Lecointre, ne suffit pas à caractériser le Miocène supérieur. On sait que cette espèce existe déjà dans le Miocène inférieur et moyen. Les documents recueillis à ce niveau par le D<sup>r</sup> E. Poirée sont plus décisifs, car ce dernier a trouvé, avec ce *Pecten*, en exemplaires abondants et bien conservés, *Pecten cristatus* BRON., *Ostrea digitalina* DUB. et une Huître du groupe de *O. Boblayei*<sup>1</sup>. Je n'ai pas hésité à appuyer la détermination du D<sup>r</sup> Poirée<sup>2</sup>.

De nouvelles observations confirment pleinement cette découverte du Miocène supérieur marin ou sahélien.

À l'Ouest de Petitjean, à Dar Bel Hamri, la vallée de l'oued Behts entame profondément, en des berges escarpées, une assise de sables avec graviers et lits de galets, dans lesquels M. Lecointre et moi nous avons simultanément et séparément recueilli les éléments d'une belle faune, très bien conservée, où dominent les Mollusques pélécy-podes et gastropodes.

Mon jeune confrère a cru, par suite de la prédominance des espèces pliocènes et actuelles, devoir l'attribuer au Pliocène ancien<sup>3</sup>. Mais cette détermination d'âge ne supporte pas un examen attentif des formes les plus anciennes. C'est ce que M. Depéret et moi avons montré<sup>4</sup>.

La liste que nous avons donnée est déjà importante, car elle renferme plus de cinquante espèces. Elle pourra être complétée par d'autres espèces recueillies depuis et dont le nombre ira en

1. D<sup>r</sup> E. POIRÉE. Note sur la région de Sidi Kassem (Maroc septentrional): *C. R. som. séances S. G. F.*, (4), XIV, 17 avril 1916, p. 57-59.

2. *C. R. S. G. F.*, *loc. cit.*, p. 59.

3. *Loc. cit.*, p. 557.

4. Sur une faune miocène supérieure marine (Sahélien) dans le R'arb (Maroc occidental). *C. R. Ac. Sc.*, t. 164, p. 21, 2 janvier 1917.

croissant avec des récoltes successives. C'est ainsi que je puis déjà ajouter à cette liste :

*Nassa crypsigona* FONTANNES ; *Marginella (Globella) brævispira* BELLARDI ; *M. (Globella) Deshayesi* MICHELOTTI ; *Conus (Chalyconus) obsesus* MICHELOTTI ; *Mitra scalarata* BELLARDI ; *M. aff. concava* BELLARDI ; *Ancillaria patula* DODÉ ; *Drillia Pareti* MAYER ; *Xenophora infundibulum* BROCCHI ; *X. plioitalicum var. gracilior* SACCO ; *Solarium simplex* BRONN ; *Natica rarepunctata* SASSI ; *N. Compagnyoi* FONTANNES ; *Dentalium elephantinum* PHIL. ; *Venus Arnaudi* TOURNOUER ; *Cardium (Ringicardium) hians* BROCCHI ; *C. (R.) aculeatum* LINNÉ var. *perrugosa* FONTANNES ; *Artemis exoleta* LINNÉ ; *Pectunculus glycimeris* LAMARCK ; *P. Deshayesi* MAYER ; *P. inflatus* BROCCHI ; *Paropæa (Glycimeris) Faujasi* MENEGHINI ; *Arca turonica* DUJARDIN ; *Pecten (Amussium) comilatus* FONTANNES (= *P. oblungum* DE FILIPPI) ; *P. (A.) cristatus* BRONN ; *Flabellipecten burdigalensis* LAMARCK ; *Pecten (Chlamys) opercularis* LINNÉ, var. *sexdecimcostatus* SACCO ; *P. Dunkeri* MAYER-EYMAR ; *P. pesfelis* LINNÉ ; *P. cristato-costatus* SACCO ; *Lima inflata* LINNÉ. Des restes de Poissons déterminés par L. Joleaud parmi lesquels des Squalidés : *Myliobatis sp.* ; *Carcharias sp.* ; *C. (Aprionodon) stellatus* PROBST ; *Galeocerdo aduncus* AGASSIZ ; *Sphyrna prisca* AGASSIZ ; *Odontaspis cuspidata* AGASSIZ ; *O. contortidens* AGASSIZ ; *Oxyrhina xiphodon* AGASSIZ ; *O. Desori* AGASSIZ ; des Téléostéens ; *Dentex sp.*, *Cimolichthys sp.*, avec des Otolithes indéterminés. Enfin des débris de Cétacé : *Squalodon sp.*

De nouvelles trouvailles ne peuvent ainsi que confirmer nos conclusions. A côté d'espèces banales ayant une grande extension verticale, du Miocène moyen à la faune actuelle méditerranéenne, de quelques espèces pliocènes ou actuelles, on peut citer un groupe d'espèces à la fois connues dans le Miocène et le Pliocène ; enfin un groupe d'espèces à signification exclusivement miocène, comme :

*Clavatula turriculata*, *Cl. Jouanneti*, *Marginella brevispira*, *M. Deshayesi*, *Mitra scalarata*, *Ancillaria patula*, *Turritella Archimedis*, *T. terebralis*, *Cassis miolœvigata*, *Solarium simplex*, *Flabellipecten burdigalensis*, *Pecten Dunkeri*, *P. cristato-costatus*, *Arca turonica*, *Arca imbricata*, *Ostrea gingensis* avec de nombreuses variétés passant à *O. crassissima*. Le *Pecten excisus*, indiqué comme exclusivement pliocène, a été récemment retrouvé jusque dans le Miocène inférieur, etc..

Il en résulte que la faune de Dar bel Hamri a un caractère mixte, en partie miocène et en partie pliocène, c'est-à-dire qu'elle appartient à un étage géologique intermédiaire entre le Miocène moyen et le Pliocène ancien. Elle caractérise donc le Miocène supérieur marin ou sahélien.

C'est la première fois qu'une faune marine très caractérisée de cet âge est signalée dans les dépôts du Détroit Sud-Rifain, du côté atlantique. Son cachet est assez différent de celui du Sahélien de Carnot (Alger) décrit par M. A. Brives ; mais cela tient aux différences de faciès, littoral dans le premier cas, de marnes bleues plus profondes dans le second.

L'extension des sables miocènes de Dar bel Hamri est considérable. Ils se poursuivent sous la belle forêt de chênes-liège de la Mâmora, à l'Ouest, et jusqu'au delà de Tiflet, chez les Zemmour.

J'ai cité plus haut un faciès gréseux de ce niveau dans la coupure de l'oued Bou Regreg, à Mâziz.

Ces sables forment toute une auréole autour des grandes plaines du R'arb. C'est au même niveau que se trouvent les sables jaunes de Petitjean, puis ils forment une bande presque ininterrompue jusqu'à Souq el Arbâa. Le Plaisancien ne se trouve que dans la zone littorale ainsi que je l'avais toujours admis.

Telles sont les principales données acquises sur la stratigraphie des niveaux miocènes marins du Détroit Sud-Rifain, du côté atlantique.

Du côté méditerranéen aucune nouvelle observation n'est venue, depuis mes recherches, changer mon interprétation sur les dépôts du Miocène marin. Du moins, une note de M. Dalloni, sans ajouter à l'histoire des mers néogènes, conclut, du fait de la présence de couches à *Hipparion gracile* KAUP à une certaine distance de la côte, à l'absence du Sahélien dans les confins algéro-marocains, car « les couches fossilifères très transgressives, décrites par M. L. Gentil, entre la frontière algérienne et la Mlouya, relèvent pour moi du Tortonien <sup>1</sup> ».

J'avais admis dans ma thèse que les couches à Hélices dentées, superposées à l'Helvétien, représentaient un niveau élevé du deuxième étage méditerranéen, et l'existence de *Helix Desoudini* CROSSE, dans des dépôts tortoniens bien datés par une faune de Mollusques de la vallée de l'oued Riou (Alger)<sup>2</sup>, semblait venir appuyer cette détermination d'âge.

Plus heureux que moi, M. Dalloni a trouvé dans ces dépôts des molaires d'*Hipparion*. Je me hâte de rendre hommage à son zèle et je suis persuadé qu'il aura beaucoup à faire, encore, dans une région, vaste de plus de 130 kilomètres sur 60 d'étendue, dont j'ai publié une première étude sous le modeste

1. DALLONI. Le Miocène supérieur dans l'Ouest de l'Algérie ; couches à *Hipparion* de la Tafna. C. R. Ac. Sc., t. 161, p. 639, séance du 22 novembre 1915.

2. HENRI DOUVILLÉ. Sur les fossiles tertiaires recueillis par M. Flick dans les environs d'Inkermann (Algérie) B. S. G. F. (3) XXV, 1897, p. 30-31 et LOUIS GENTIL, Thèse de doctorat, p. 336.



titre d'« Esquisse stratigraphique et pétrographique du bassin de la Tafna ».

Sans vouloir diminuer l'importance stratigraphique des couches à ossements de Guiard, il semble qu'il y ait lieu de faire quelques réserves sur leur attribution au « Pontien classique » que mon confrère annonce sans aucune espèce d'hésitation.

On est frappé, tout d'abord, de voir cette formation continentale, épaisse de plus de 100 mètres, voisiner avec les dépôts marins du même âge, datés par des faunes de Mollusques, sans que l'auteur nous signale l'existence de couches de passage. Il semble, en outre, que des molaires d'*Hipparion* accompagnés « de débris osseux » soient insuffisantes pour caractériser le Pontien classique, les Mollusques terrestres qui les accompagnent n'ayant qu'une valeur stratigraphique des plus médiocres.

On sait, en effet, que des formes très voisines de l'*Hipparion gracile* KAUP, sinon cette espèce elle-même, se retrouvent à des niveaux plus élevés dans le bassin méditerranéen, en particulier dans l'Afrique du Nord.

Pomel a signalé dans les couches d'estuaire à *Potamides Basteroti* MARCEL DE SERRE, du Pliocène inférieur, étudiées lors du forage du puits Carouby, près d'Oran, une espèce voisine de l'*Hipparion gracile* qu'il a décrite et figurée sous le nom d'*Hipparion Massæsylium*<sup>1</sup>. Il a également décrit, sous le nom d'*Hipparion libycum*, une autre forme trouvée dans les grès pliocènes du quartier Saint-Pierre à Oran<sup>2</sup>.

Philippe Thomas a fait sur ce sujet, des observations très intéressantes dans la province de Constantine<sup>3</sup>. Il a décrit dans les couches d'Aïn Jourdel, près de Constantine, l'association de l'*Hipparion*, de l'*Equus Stenonis* et de l'*Hippopotamus major*<sup>4</sup> (p. 19). Il a cité, dans le Pliocène inférieur lacustre d'Aïn el Bey et à la base de la colline d'Aïn el Hadj Baba, un *Hipparion* voisin de *H. gracile*<sup>4</sup> (p. 10). A Saint-Arnaud, près de Sétif, il a retrouvé une forme analogue, décrite plus tard par

1. A. POMEL, *Carte Géol. de l'Algérie, Paléontologie, Monographies*. Les Equidés, Alger, 1897, p. 11, pl. I.

2. Pour M. Marcellin Boule ces trois formes et l'*Hipparion sitifensis* du même auteur sont plus ou moins distinctes.

3. Ph. THOMAS, Coexistence de l'*Equus Stenonis* et de l'*Hipparion gracile* dans les calcaires lacustres anciens des environs de Constantine. *B. S. G. F.*, (3), XV, p. 139, 1887.

4. Id. Recherches stratigraphiques et paléontologiques sur quelques formations d'eau douce de l'Algérie. *Mém. S. G. F.*, (3), t. III, II.

Pomel sous le nom d'*Hipparion sitifensis*, associée au Cheval et à l'*Elephas meridionalis*<sup>2</sup> (p. 20).

C. W. Andrews a trouvé un *Hipparion* voisin de *H. gracile* dans le Pliocène de Wadi Natrum, en Egypte<sup>1</sup>.

M. E. Haug a reconnu, dans un gisement de Mammifères fossiles découvert par la mission du Bourg de Bozas, dans le cours de l'Omo, au Nord du lac Rodolphe, un *Hipparion* voisin de *H. libycum* POMEL associé à *Elephas meridionalis*<sup>2</sup>.

M. Ch. Depéret a décrit sous le nom de *Hipparion crassum* une espèce voisine de *H. gracile* dans le Pliocène moyen du Roussillon<sup>3</sup>.

D'autres exemples pourraient être cités qui montrent la valeur stratigraphique très relative des molaires d'*Hipparion* lorsqu'elles ne sont accompagnées d'autre chose que de débris osseux, de Tortues fluviatiles et de Mollusques capables d'offrir une grande extension verticale, comme c'est le cas des Hélices dentées.

Mais en admettant même que les couches du djebel et Tine, fouillées par M. Dalloni, représentent bien le « Pontien classique », je crois que mon savant confrère s'est laissé aller à des conclusions un peu hâtives lorsqu'il nie l'existence du Miocène supérieur marin dans la zone littorale orano-marocaine.

La description stratigraphique qui précède, appuyée sur des faunes aussi caractéristiques que celles de Nemours, de Port-Say et du Korn ech Chems, me dispense de réfuter son assertion sur ce point. Il aura probablement atteint la Moyenne Mlouya par la grande voie naturelle des Angad et la présence, de ce côté, de poudingues et de grès à mica noir, très pauvres en fossiles, lui aura fait penser au Tortonien à *Ostrea crassissima* qui se présente généralement sous ce faciès détritique, en Algérie. Mais s'il avait suivi pas à pas, comme je l'ai fait, le littoral depuis Oran jusqu'à la Mlouya et, au delà, dans la zone espagnole ; s'il avait eu en mains les faunes de Mollusques que j'ai recueillies et dont j'ai donné des listes un peu plus haut, il ne douterait de l'âge miocène supérieur de ces couches marines, pas plus qu'on ne peut discuter, aujourd'hui, l'âge sahélien des marnes et des calcaires du Sahel d'Oran.

Qu'il existe un faciès pontique du Miocène supérieur dans la région de Guiard et dans la vallée de la Moyenne Tafna, c'est

1. C. W. ANDREWS. Note on a Pliocene Vertebrate Fauna from the Wadi Natrum. Egypt. Geol. Magaz. N. S. Dec. IV, vol. IX, p. 433-435, pl. XXI, fig. 1.

2. Emile HAUG. Traité de Géologie, t. II, p. 1727.

3. CH. DEPÉRET. Les animaux pliocènes du Roussillon. Mém. S. G. F., mém. n° 3, 1890, p. 76-83, pl. XII.

possible, bien que de nouveaux documents paléontologiques soient indispensables pour le démontrer d'une façon définitive.

Mais il semble que M. Dalloni ait dépassé sa pensée lorsqu'il écrit : « On peut se borner pour l'instant à admettre avec M. Depéret que le Sahélien représente un faciès marin de l'étage pontien <sup>1</sup>. »

Cette preuve n'est plus à faire. Brillamment énoncée par l'éminent professeur de Lyon, les documents ont été accumulés sur cette question, pour démontrer l'existence de faciès marins du Miocène supérieur dans l'Afrique du Nord.

Il semble aussi que mon confrère d'Alger ait fait inutilement appel à la prudence, lorsqu'il annonce qu'il y a lieu de faire quelques réserves sur la nature « exclusivement marine » du Sahélien <sup>2</sup>. Non seulement il commet là une faute de définition — puisque le terme de Sahélien n'est employé que dans le sens d'équivalent marin du Pontien —, mais l'on a toujours admis, qu'en dehors de ces dépôts du Miocène supérieur en Algérie, il pouvait exister des faciès saumâtres ou continentaux du même étage. L'idée contraire ne pouvait venir à personne et les preuves abondent de la présence, par ailleurs, de ces faciès non marins de l'étage le plus élevé du Miocène, dans le Nord-africain.

M. Dalloni a ajouté un fait important de plus, après ses devanciers, en établissant qu'un faciès continental du Néogène supérieur existait dans la Basse Tafna. Et, en admettant que ce faciès représente le « Pontien classique », comme il l'affirme, je me demande s'il n'a pas un peu exagéré l'extension de ces dépôts continentaux en les figurant sur sa carte dans toute la Basse Tafna <sup>3</sup>. Je suis convaincu qu'ils existent plus au Sud, du côté de l'oued Isser, où j'avais observé les mêmes dépôts à Hélices dentées, mais des souvenirs remontant à quelque vingt années me tromperaient fort, si je n'affirmais que, vers l'embouchure de la Tafna, il y a autre chose que des faciès marins du deuxième étage méditerranéen, le plus souvent masqués par des terrains récents et des déjections volcaniques. Quoi qu'il en soit, ainsi représentés sur sa carte, ses dépôts pontiens paraissent s'opposer à l'extension occidentale de la mer sahélienne. D'ailleurs, en serait-il ainsi, que nous pourrions affirmer que les lignes des rivages de cette mer miocène étaient refoulées plus au Nord pour s'incurver ensuite au Sud de Nemours et de Port-Say, puisque j'ai trouvé là des dépôts caractérisés par de riches faunes de Mollusques.

1. M. DALLONI. Recherches sur la période néogène dans l'Algérie occidentale. *B. S. G. F.*, (4), XV, 1915, p. 456.

2. *Loc. cit.*, p. 456.

3. *Loc. cit.*, p. 447, fig. 2.

Quant aux conclusions que M. Dalloni émet sur les conditions bathymétriques de la mer sahélienne, dans le Tell algérien, elles ne diffèrent pas de celles émises par ses devanciers.

### ITINÉRAIRES GÉOLOGIQUES ENTRE FEZ ET LA MLOUYA

Parti de Fez, j'ai effectué le trajet qui sépare cette ville de l'oued Mlouya, à Guercif, par Oued Amellil et Taza, et le retour par Souq el Arbâa de Tissâ et la Kelâa des Sless. Cette excursion rapide m'a été facilitée par les moyens de locomotion mis à ma disposition par M. le général Lyautey.

J'ai pu consacrer, aux points les plus importants, comme Taza et ses environs, Bab Moroudj, Souq el Arbâa de Tissâ et Kelâa des Sless, le temps nécessaire pour faire les observations que je vais exposer et qui me permettront de formuler quelques conclusions générales.

Mais ce voyage assez précipité eût été stérile si je n'avais pu encadrer mon itinéraire par des études assez précises faites à ses deux extrémités, de façon à pouvoir étendre, de chaque côté, mes déterminations stratigraphiques et les relier au seuil de Taza, sans négliger toutefois de recueillir tous les documents paléontologiques possibles le long de ma route.

Nous avons vu que j'étais déjà quelque peu éclairé sur la structure des terrains néogènes des confins algéro-marocains et de la vallée de la Mlouya, dans l'Est, à la suite de mes voyages antérieurs. Il était également indispensable de connaître les grandes lignes de la constitution géologique de la région occidentale. Aussi ai-je préalablement porté mon attention sur le point de départ, les environs de Fez.

### APERÇU GÉOLOGIQUE DE LA RÉGION DE FEZ.

La ville de Fez est bâtie à l'extrémité orientale de la plaine du Saïs. Resserrée entre le massif du Zerhoun et les mamelonnements des Ouled Djemâa qui la limitent au Nord, la plaine est bornée, au Sud, par le plateau jurassique des Beni Mtir; elle est brusquement arrêtée, à Fez, par la vallée de l'oued Sebou, profonde de 200 mètres, tandis qu'au Nord elle est bordée par une série de collines dominées par l'arête saillante du Zalar'.

J'ai fait ressortir, il y a plusieurs années, la richesse de cette région que j'ai comparée à la plaine de la Mekerra, dans l'Oranie. Comme cette dernière, elle est très arrosée par un réseau

hydrographique bien ramifié dont l'artère principale, l'oued Fez, se jette dans le Sebou; elle possède en outre, des eaux souterraines peu profondes.

L'arrêt brusque de la plaine du Saïs, à Fez, résulte du creusement de la vallée du fleuve qui l'avoisine. Une pente assez raide sépare le Saïs du Sebou, de sorte que les eaux de l'oued Fez se précipitent en torrents sur les flancs de la vallée, entre Fez ej Jedid et Bab el Guiza, à travers la ville.

C'est cette disposition topographique qui, au début du ix<sup>e</sup> siècle (808 J.-C.), a incité Idris à jeter les fondements de la capitale du Maroc : Fez el Bali (Fez l'ancienne) fut construite, qui devait s'enfler plus tard de Fez ej Jedid (Fez la nouvelle). Le descendant du prophète, en fixant en ce point l'emplacement d'une grande ville, voulait assurer à ses fidèles, aux émigrés de Kairouan et de l'Andalousie, une demeure arrosée par des eaux abondantes et pures. Partout circulent, en effet, des seguia qui alimentent les nombreux jardins qui donnent à cette ville de l'Islam, déjà si curieusement située, un aspect des plus pittoresques.

Le djebel Zalar' (865 m) domine la ville de près de 600 mètres; il forme une arête rocheuse qui apparait comme l'ossature des collines qui l'encadrent, tandis qu'ailleurs s'étalent des plateaux formés d'un entablement gréseux qui recouvre les grandes masses d'argile des vallées tributaires du Sebou. Du côté de la plaine du Saïs la région est plate, faiblement ravinée, formée de grès néogènes qui disparaissent, de part et d'autre de l'oued Fez, sous un manteau alluvionnaire.

Le terrain le plus ancien de la région est constitué par des argiles irisées, gréseuses, le plus souvent rougeâtres, accompagnées de gypse et de sel gemme, entremêlées de fragments de cargneules et de grès colorés. Ces dépôts appartiennent indiscutablement au Trias lagunaire tel qu'il se présente un peu partout dans l'Afrique du Nord. Ils forment des pointements exigus ou des lames étirées, soit au contact des schistes et des calcaires secondaires du Zalar', soit inclus dans les argiles néogènes. Ils se relient aux affleurements des mêmes dépôts à l'Ouest, dans la vallée de l'oued Mikkès, au Nord-Ouest, dans la vallée du Sebou et de son affluent l'oued Leben où ils sont fréquemment accompagnés de roches ophitiques. J'ai marqué quelques-uns de ces points triasiques sur la carte ci-contre; il en existe certainement d'autres qu'une étude plus minutieuse permettra de relever.

Le djebel Zalar' est formé, dans sa partie saillante, par des terrains secondaires. Il dessine un pli très aigu de schistes et de calcaires qui renferment, à la base, une assise marno-schisteuse avec grès bien lités et calcaires marneux verdâtres. On trouve dans cette assise, notamment au col de la piste qui traverse le Zalar', des nodules ferrugineux et de petites Ammonites de même substance provenant de l'oxydation de fossiles pyriteux. Au-dessus se succèdent des bancs de calcaires compacts, gris, où les traces organiques sont beaucoup plus rares.

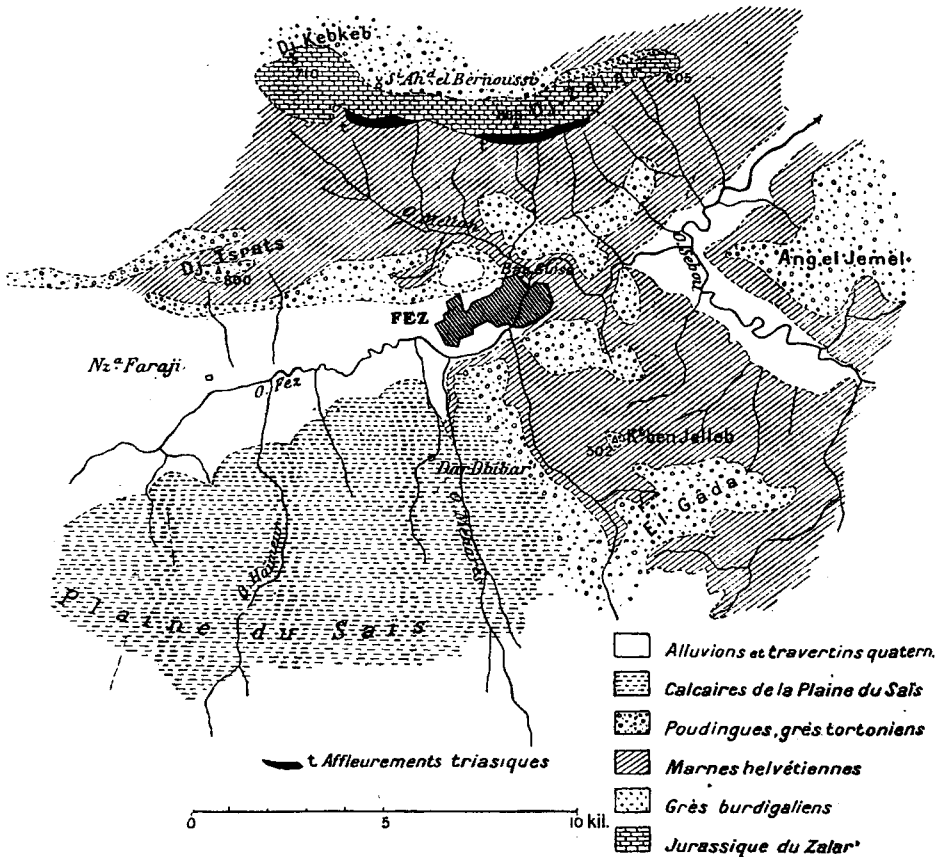


FIG. 1. — Esquisse géologique des ENVIRONS DE FEZ. — 1/200 000.

Les Ammonites pyriteuses appartiennent à deux faunes qu'il est difficile de bien séparer sur le terrain et parmi lesquelles on reconnaît :

*Hammatoceras*, en individus jeunes et nombreux; *Harpoceras*

*sp.* ; *Paroniceras sternale* D'ORB. *sp.* ; *Lytoceras sp.* ; *Phylloceras*, plusieurs espèces ; *Liparoceras* ; *Amaltheus spinatus* BRUGIÈRE.

Ces précieux documents paléontologiques méritent une étude attentive que j'ai confiée à M. Lanquine. Il est, dès à présent, possible de dire qu'ils représentent une belle série liasique. Les calcaires, qui surmontent l'assise schisteuse et forment la partie rocheuse de la montagne, sont certainement jurassiques. Leur base pourrait encore appartenir au Lias.

Le Jurassique du djebel Zalar' forme la crête saillante de ce nom où il émerge des dépôts néogènes qui l'entourent en une arête étroite longue de 4 à 5 kilomètres. Il atteint l'altitude de 665 mètres. Plus à l'Ouest il se prolonge, sur la ligne de faite, par des affleurements continus, à Sidi Ahmed et Bernoussi, jusqu'au djebel Kebbeh (710 m.) sur un espace de 5 à 6 kilomètres.

En dehors des lambeaux de Trias lagunaire et des terrains jurassiques du Zalar', qui n'affleurent que sur des surfaces relativement très limitées, et des alluvions des plaines, partout ailleurs la région est constituée par les dépôts néogènes.

Il semble que toute la série miocène soit représentée ; mais, à l'exception du Miocène moyen (deuxième étage méditerranéen) déterminé par des faunules caractéristiques, je dois faire quelques réserves en ce qui concerne le Miocène inférieur (premier étage méditerranéen) et le Miocène supérieur, en l'absence de tous documents paléontologiques :

a. — Sur le versant nord du Zalar', au pied de l'arête rocheuse, affleure une bande étroite de grès assez grossiers, parfois glauconieux, dans lesquels je n'ai pas trouvé de fossiles. Mais la situation stratigraphique, en apparence concordante au dessous des argiles vindoboniennes, m'a fait penser au Burdigalien. D'ailleurs, des grès de même faciès se rencontrent fréquemment, dans l'Ouest, dans la même situation, et caractérisés par des faunes de Pectinidés (*Pecten præscabriusculus* FONT., *P. subbenedictus* FONT., etc.). Je les ai cités, notamment à la bordure du R'arb. Aussi, malgré la réserve que m'impose l'absence de fossiles, je ne crois pas me tromper en attribuant ces grès au premier étage méditerranéen.

b. — Des argiles un peu marneuses, grises ou bleues, utilisées par les indigènes pour la poterie, se développent sur de grandes épaisseurs. Leur puissance peut atteindre plusieurs centaines de mètres. Leur composition n'est pas homogène. Elles se montrent un peu sableuses à la base et paraissent succéder aux grès que je viens d'attribuer au Burdigalien ; des lits de grès argilo-siliceux,

avec débris d'organismes calcaires, se montrent intercalés de loin en loin dans leur masse.

Les fossiles y sont rares, surtout dans les argiles, plus fréquents dans les bancs gréseux.

Dans les argiles, ils sont mal conservés, le plus souvent brisés, mais parfois déterminables. Les Mollusques y sont accompagnés de Polypiers et d'Echinides dont le test est déformé par la compression. Je puis citer parmi les documents que j'ai réunis dans les environs de Fez :

*Pecten Gentoni* FONTANNES ; *P.* du gr. de *P. similis* ; *P. sp.* ; *Amussium cristatum* BRONN ; *Venus cf. plicata* GMELIN ; *Corbula sp.* ; *Nucula cf. Mayeri* ; *Thracia sp.* ; *Tellina sp.* ; *Trochus sp.* ; *Monilea sp.* ; *Dentalium Michelottii* HÖRNES ; *Flabellum Michelini* EDWARDS ; *Ceratotrochus sp.* ; *Schizaster aff. speciosus* POMEL ; *Brissopsis aff. oblongus* POMEL (non AGASSIZ) ; *B. Pouyannei* POMEL.

Les bancs de grès mollassiques, intercalés dans les argiles miocènes, se montrent de plus en plus fréquents vers la partie supérieure de l'assise, annonçant le régime détritique qui va succéder. Ces grès se transforment par place en une sorte de lumachelle où les débris de coquilles sont parfois assez bien conservés pour être déterminables. C'est ainsi que j'ai antérieurement signalé le gisement situé au Nord de la ville, au-dessus de Babel Guiza <sup>1</sup>.

Je puis citer de ce gisement, de petits Pectinidés du genre *Æquipecten* comme :

*Æquipecten opercularis* du Miocène de Turin, décrit par Sacco sous le nom de *Æq. multiscabrellus*, du même gisement italien.

En outre, les espèces suivantes : *Pecten Gentoni* FONTANNES, exemplaires abondants ; *Arca sp.* ; *Corbula sp.* ; Radioles d'Echinides indéterminables. Echinides plus ou moins conservés. Petites dents de Squales.

M. A. Lambert, qui a bien voulu examiner attentivement les débris des deux Echinides recueillis dans les argiles miocènes de Fez, m'en a donné la description que je reproduis ci-dessous. Pour ce savant, ces débris indiquent des affinités surtout étroites avec des espèces du Miocène supérieur.

*Schizaster*. — Bien que très mutilés ces débris indiquent une assez grande espèce subcordiforme, acuminée, rétrécie et rostrée en arrière, avec apex nettement excentrique de ce côté. Le sillon, relativement peu profond, est droit, long, un peu rétréci vers l'extrémité subpétaloïde de

1. Observations géologiques sur la ligne d'étapes de la colonne MOINIER entre Fez et la côte atlantique. *C. R. Ac. Sc.*, t. 154, p. 89, 8 janvier 1912.



l'ambulacre et atténué à l'ambitus. Les pores du pétale impair bien alignés, sans chevauchement indiquent un vrai *Schizaster*. Les pétales pairs assez larges, médiocrement profonds, sont très inégaux, les antérieurs flexueux, au moins deux fois plus longs que les postérieurs ; périprocte ovale, au sommet de la face postérieure rentrante. Apex, péristome, fascioles et autres détails du test inconnus.

Les rapports de ce *Schizaster* paraissent s'établir surtout avec *S. speciosus* POMEL, du Pliocène des environs d'Oran, si l'on comprend cette espèce très largement comme l'a fait Gauthier, qui lui rapportait un individu du Miocène de la Tunisie, dont le sillon est cependant plus long, plus profond que celui du *Schizaster* de Fez. Le type du Pliocène paraît d'ailleurs se distinguer de ce dernier par son sillon plus large, plus long, plus profond, non rétréci au-dessus de l'ambitus, par ses pétales postérieurs plus courts. Une comparaison directe des débris de Fez avec un individu du *S. speciosus* ne permet pas d'ailleurs de conclure à l'identité spécifique des deux formes.

L'espèce du Maroc a aussi des rapports avec *S. Desori* WRIGHT, de Malte, signalé par Cotteau dans le Langhien de la Corse, mais *S. Desori* a son sillon plus étroit, plus régulièrement calibré jusqu'à son extrémité, son apex est moins excentrique en arrière ; ses pétales pairs sont moins inégaux, les antérieurs moins flexueux, plus courts et plus divergents. *S. Parkinsoni* DEFANCE (*Spatangus*), de Malte, a aussi son apex moins excentrique et son sillon échancre plus profondément l'ambitus. Le *S. Scillæ* des auteurs étant identique au *Sch. eurynotus* AGASSIZ, ne saurait être confondu avec l'espèce marocaine. Quant au véritable *S. Scillæ* du Tortonien de Malte, son sillon moins régulier se rétrécit davantage vers l'apex, ce dernier est moins excentrique, etc. Le *S. Lovisatoi*, même en le comprenant aussi largement que M. Cotteau, a son sillon plus large et plus profond, échançant bien plus l'ambitus, son apex est moins excentrique.

En résumé, parmi les nombreux *Schizaster* figurés par les auteurs et provenant de Corse, de Sardaigne, d'Italie ou d'Algérie, on n'en voit aucun auquel les débris de Fez puissent être rapportés avec une grande probabilité. Pomel, il est vrai, a décrit une douzaine de *Schizaster* d'Algérie non figurés, donc très mal connus, en sorte qu'il n'est pas possible de rapporter correctement à l'un d'eux les *Schizaster* de Fez.

*Brissopsis*. — Les débris de Fez indiquent un *Brissopsis* de moyenne taille, de forme ovale, avec apex subcentral et sillon atténué. Les pétales pairs sont subégaux, les antérieurs un peu plus divergents que les postérieurs (12 paires de pores pour I, 14 paires pour II). Les pores périapicaux des branches axiales sont atrophiés, savoir 7 paires dans les branches II et IV, et 5 paires dans les branches I et V. Les pétales postérieurs restent cependant séparés par une étroite crête interambulacraire devenant linéaire vers l'extrémité de l'apex.

Périprocte, péristome, fascioles et autres détails du test inconnus.

Ces moules, par leur taille, leur forme et la disposition de leurs pétales, ressemblent beaucoup à ceux du *Brissopsis pliocenicus* LAM-

BERT, de Biot. Ce dernier est cependant plus équipétale et ses pétales postérieurs ont leurs zones porifères axiales moins atrophiées. *B. crescenticus* WRIGHT, du Langhien, a ses pétales pairs formant de chaque côté un croissant plus régulier et ses pétales antérieurs sont moins droits. *B. oblongus* POMEL (non AGASSIZ) devenu en 1887 le *B. Pouyannei*, du Tortonien, se rapproche beaucoup de l'espèce de Fez ; il est toutefois plus grand ; ses pétales pairs sont plus larges, les postérieurs plus divergents ; tous ont leurs zones interporifères sensiblement plus larges et comme il s'agit de comparer des moules à un test, on n'ose affirmer une identité qui ne paraît pas complètement évidente.

Quoi qu'il en soit l'examen de tous ces moules et débris d'Echinides indique des rapports surtout étroits avec des espèces du Miocène supérieur.

Les argiles de Fez, avec leurs intercalations gréseuses, représentent le Miocène moyen (deuxième étage méditerranéen). Les faunules que je viens de citer caractérisent, par leurs Pectinidés, l'Helvétien et le Tortonien.

Il est possible que la partie supérieure de cette formation appartienne déjà au Tortonien, bien que le niveau supérieur du Vindobonien soit également représenté, dans la région, par une assise de grès et de conglomérats qui surmonte, en concordance, les argiles de Fez. On voit, en effet, le faciès gréseux du sommet des argiles passer à des grès argilo-sableux plus ou moins durs, dans lesquels apparaissent fréquemment des galets, bien roulés, de roches compactes où dominent les calcaires jurassiques. L'abondance de ces galets transforme, ailleurs, la roche en un poudingue à ciment gréseux, de sorte que grès et poudingues sont inséparables.

Cette assise détritique, qui appartient certainement encore au deuxième étage méditerranéen, ne renferme qu'exceptionnellement des fossiles. Dans les environs de Fez, j'y ai rencontré seulement des débris d'Huîtres, du type *Ostrea crassissima* LAMK. Il convient de voir dans les grès et poudingues de Fez l'assise terminale du Vindobonien (deuxième étage méditerranéen) ; ils représentent au moins la partie supérieure du Tortonien, sinon la totalité de ce deuxième terme du Miocène moyen.

Les argiles vindoboniennes sont très développées dans la région de Fez. Elles apparaissent dans tous les reliefs, sur les deux flancs du djebel Zalar' et dans la vallée du Sebou, partout où l'érosion les a décapées des couches plus récentes qui les recouvrent. Elles forment le prolongement des argiles du même âge, qui affleurent sur de vastes étendues dans le R'arb, aux-

quelles elles se relient, sans solution de discontinuité, à travers les grandes tribus des Oulad Djamâa, des Oudaïa, des Cherarda, etc. Elles impriment au sol un modelé caractéristique.

Les grès et poudingues tortoniens apparaissent au Sud de la plaine du Saïs et à l'Est du méridien de Fez. Ils se prolongent sous la plaine, recouverts par des dépôts plus récents. Ils forment l'entablement de plateaux au soubassement argileux, comme la Gâda, l'Ang el Djemel, ou bien ils couronnent des pitons de marnes helvétienues, tel le Koudiat ben Jelleb qui pointe à 5 km. au Sud-Est de la capitale. Tout près de la ville ils forment l'escarpement pittoresque du Bordj sud, d'où l'œil embrasse un splendide panorama.

Les poudingues de cette assise détritique sont fréquemment employés comme pierre de construction ; ils ont servi, notamment, à bâtir le camp de Dar Mârès.

c. — L'assise détritique qui termine le deuxième étage méditerranéen est surmontée par un calcaire lacustre, jaune ou brun, à texture très fine, montrant par place des traces de coquilles épigénisées par de la calcite recristallisée débutant parfois par des amas de cailloux roulés.

L'âge de ces calcaires reste indéterminé. Ils appartiennent soit au Pontien soit au Pliocène. Je pencherais vers la première interprétation pour des raisons d'ordre tectonique.

Ces calcaires recouvrent de grandes surfaces au Sud-Ouest de Fez dans la plaine du Saïs dont ils forment, en partie, le sous-sol. Ils sont, de ce côté, entaillés, parfois assez profondément, par les affluents de droite de l'oued Fez. Je pense qu'il faut placer au même niveau les calcaires lacustres qui forment le mamelon de Drâ el Merga, entre les routes de Zeggota et de Meknès, chez les Ârab du Saïs.

Des formations plus récentes remontant au plus au Pliocène supérieur et en grande majorité quaternaires, complètent la série stratigraphique de la région de Fez que je viens de décrire succinctement.

Des tufs calcaires à végétaux forment, au Nord de la Kasba des Cherarda, une plateforme d'où l'œil embrasse tout le panorama de la ville. Leur épaisseur est d'une dizaine de mètres ; ils reposent sur les grès et conglomérats supérieurs du Vindobonien. Des végétaux phanérogames y ont laissé des empreintes de feuilles et de tiges qui mériteraient d'être étudiées. Les indigènes exploitent depuis longtemps la roche comme pierre à chaux, de préférence aux calcaires durs jurassiques du Zalar', parce qu'elle

est plus facile à cuire. Ils peuvent ainsi utiliser comme combustible, dans leurs fours, le Palmier nain (*Chamærops humilis*). Ces dépôts de sources remontent vraisemblablement au Quaternaire le plus ancien, peut-être même au Pliocène supérieur.

Des alluvions quaternaires s'étalent à divers niveaux dans la vallée du Sebou, formant des terrasses étagées à des hauteurs variées. Les vestiges les plus importants de ces dépôts se montrent à une vingtaine de mètres et à 10 m. au-dessus du thalweg sur la rive gauche. Le fleuve développe son cours, en méandres divagants, dans des graviers et des limons récents.

Au point de vue tectonique la région de Fez offre un contraste saisissant si l'on se déplace du Nord vers le Sud, en passant de la zone montagneuse du Zalar', du Kebkeb et du Tsratts, à celle des plaines et des plateaux du Saïs et de la Gâda. La première apparaît très plissée, tandis que la seconde semble caractérisée par un régime tabulaire du Néogène.

Dans la région située au-dessous du parallèle de Fez, les argiles vindoboniennes, qui se montrent sur de grandes épaisseurs dans les vallées tributaires de l'oued Sebou, ont une allure tranquille. On peut s'en rendre compte par l'observation des grès et poudingues qui terminent cet étage et forment des bancs réguliers, à la surface des plateaux, ou des buttes-témoins. Les calcaires lacustres qui les recouvrent dans la plaine du Saïs sont également peu plissés.

Au Nord de Fez les choses changent. Les argiles helvétiques sont visiblement tourmentées ; les grès et poudingues tortoniens redressés ou fortement plissés. C'est ainsi que le djebel Tsratts, situé à

l'Ouest-Nord-Ouest de la capitale, offre un beau pli couché dont le noyau est formé par des argiles vindoboniennes et jurassiennes et les flancs par les couches détritiques supérieures.

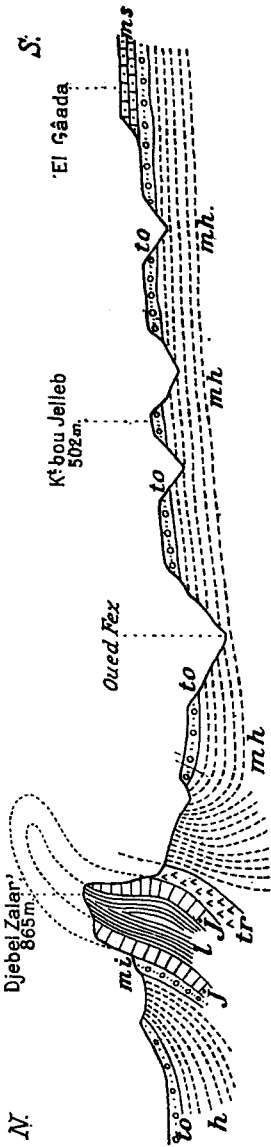


FIG. 2. — COUPE PASSANT UN PEU A L'EST DE FEZ. — 1/150 000.  
tr, Triaas ; l, Lias ; j, Jurassique ; m, Marnes helvétiques ; to, Conglomérat tortonien ; ms, Calcaires pontiens.

Le flanc inverse de ce pli est en partie masqué par les alluvions de l'oued Fez, en bordure de la plaine, tandis que son flanc normal est en partie conservé au sommet de la montagne et sur son revers septentrional.

Le djebel Zalar' est encore plus compliqué par sa structure. Le Jurassique, qui forme la partie saillante de cette montagne, surgit brusquement au milieu des argiles helvétiques. Les calcaires jurassiques apparaissent comme les flancs d'un pli aigu, étiré, dont le noyau est constitué par les schistes liasiques. Sur son flanc nord les grès burdigaliens se montrent sous les argiles du deuxième étage méditerranéen.

Le Zalar' forme le noyau d'une nappe de charriage surgissant dans les argiles miocènes. Au pied méridional de la montagne le Trias gypseux se montre en lambeaux qui jalonnent une autre nappe.

On retrouve ainsi, au voisinage de la capitale du Maroc, les traces des grands phénomènes de charriage que nous avons récemment mis en relief MM. Maurice Lugeon, Léonce Joleaud et moi'.

Il semble que le pli jalonné par le Zalar' et le djebel Kebbeb, d'une part, celui du djebel Tsratts, de l'autre, appartiennent à deux nappes distinctes qu'il sera sans doute facile de relier à deux accidents de ce genre dont nous avons révélé l'existence plus à l'Ouest, dans la zone pré-riifaine en bordure du R'arb.

#### COUP D'ŒIL SUR LA RÉGION COMPRISE ENTRE FEZ, LA KELÂA DES SLESS ET OUED AMELLIL.

J'ai parcouru très rapidement cette vaste région qui comprend une partie de la vallée du Sebou et celle de l'oued Leben son affluent de droite, à l'aller et au retour de mon voyage à Taza. En effectuant le grand détour de Souq el Arbâa de Tissâ à la Kelâa des Sless, j'ai pu toucher à l'oued Ouerr'a, le plus important des cours d'eau qui alimentent l'oued Sebou, et jouir d'une vue d'ensemble sur sa vallée profonde.

Pour la commodité de mon exposé, je vais refaire en sens inverse mon itinéraire de la Kelâa.

Jusqu'au voisinage de sa jonction avec la vallée de l'Innaouen, celle du Sebou offre une constitution uniforme, la même que j'ai décrite dans la région du confluent de l'oued Fez. C'est partout le grand développement des argiles marneuses puissantes du Vindobonien et la présence des grès et poudingues qui les

surmontent, en témoins isolés ménagés par l'érosion. Le plus important de ces lambeaux m'est apparu sur la droite de la piste de Tissâ au djebel bou Rdim.

Les poudingues et grès tortoniens forment, de ce côté, l'entablement d'un plateau affectant la forme d'un quadrilatère de 6 à 8 kilomètres de côté et supportant, avec le bou Rdim, le Dahar bou Refâa et le Souq es Sebt. Ces dépôts détritiques, puissants d'une cinquantaine de mètres, forment, à leur base, un niveau d'eau qui donne naissance à des émergences comme l'Aïn Kansara.

Quelques fossiles ont été recueillis en ce point et m'ont été obligeamment communiqués par le lieutenant Calmette. Ce sont :

*Pecten incrassatus* PARTSCH ; *Pecten (Amussium) subpleuronectes* D'ORB. ; *Pleurotomaria* sp. ; *Venus* sp.

En approchant du confluent de l'oued Innaouen, le modelé change d'aspect ; il est moins écrasé. Des mamelons aux flancs plus abrupts caractérisent le relief que rend assez mal la carte de reconnaissance à 1/200 000 du Service géographique de l'armée. On a abandonné, à partir de là, les argiles marneuses du deuxième étage méditerranéen, pour une succession de lits calcaires marneux alternant avec des couches de marnes blanches ou grises, parfois verdâtres. Des bancs de grès quelquefois glauconieux se montrent également dans ce terrain. Enfin il n'est pas rare de rencontrer des silex noirs, imprégnant les calcaires marneux, ou en rognons isolés dans les marnes blanches. Cet ensemble, puissant de plus de 200 mètres, appartient à l'Eocène inférieur.

Je n'ai pas eu la bonne fortune de trouver des fossiles dans cette région, mais j'ai pu suivre ce terrain paléogène jusqu'aux abords de Taza où j'ai été plus heureux ; des documents paléontologiques m'ont permis d'en déterminer l'âge.

On traverse cet Eocène inférieur, en se dirigeant du Sud vers le Nord, sur une bande d'environ 25 kilomètres de largeur. Ce n'est qu'aux environs immédiats de la Kelâa des Sless que le Miocène réapparaît.

La Kelâa forme un piton gréseux qui domine l'oued Ouerr'a, à environ deux kilomètres du lit du cours d'eau, sur la rive droite. C'est sur ce rocher que le général Lyautey a placé l'un de ses postes les plus avancés pour tenir en respect les farouches tribus de la rive droite de l'affluent du Sebou.

Du sommet de la Kelâa la vue s'étend au loin sur le pays accidenté des Zeroual. On voit l'Ouerr'a développer ses

méandres dans une vallée assez encaissée qui sépare deux pays de constitution géologique différente.

Au Sud, nous venons de voir de vastes étendues de terrains marneux ou gréseux tertiaires, miocènes et néogènes ; au Nord, il semble qu'il y ait prédominance de terrains schisteux primaires accompagnés de terrains secondaires formant des reliefs beaucoup plus accidentés : on dirait qu'ici la chaîne proprement dite du Rif commence.

A environ 4 kilomètres au Nord-Est de la Kelâa s'élève une crête calcaire abrupte, orientée nord-ouest-sud-est : le djebel Sidi Messaoud qui dépasse 850 mètres d'altitude.

Cette arête rocheuse force l'Ouerr'a à décrire une grande courbe de plus de 2 kilomètres de rayon dans sa partie la plus encaissée. La Kelâa est séparée du Sidi Messaoud par les dépressions argileuses de l'oued Sless.

La géologie de ce coin isolé du Maroc est des plus intéressantes. Je n'ai eu que deux jours à lui consacrer ; mais, grâce à l'extrême obligeance du commandant de Fabry, chef du poste, j'ai pu le parcourir dans plusieurs sens et me faire une idée de sa structure.

Sur une surface polygonale de 10 kilomètres de diamètre on trouve, au point de vue stratigraphique, une assez grande variété.

Toute la rive droite de la vallée est formée par des terrains primaires. Ce sont des schistes et des grès quartziteux, que je n'ai pu examiner de près à cause de l'insécurité de la région, mais qui appartiennent indiscutablement à une ou plusieurs séries paléozoïques. Un lambeau de ces niveaux primaires affleure au Sud de Sidi Messaoud, près du marabout de Sidi bou Hassoun. Ce sont des schistes vraisemblablement siluriens.

Toute la partie sud de la Kelâa et du Sidi Messaoud est bordée par une large bande de Trias lagunaire avec ses argiles bariolées, ses gypse et sel gemme, et des fragments de roches vertes, surtout des ophites.

Le djebel Sidi Messaoud forme une crête abrupte d'un calcaire massif gris, compact, à cassure cirreuse, que j'attribue au Lias par comparaison avec ce que j'ai vu ailleurs, dans l'Afrique du Nord. Il est surmonté de bancs de marnes grises, alternant avec des lits de calcaires marneux de même couleur, que je crois appartenir encore au système liasique, mais à un niveau plus élevé.

Nous avons vu que l'Éocène inférieur marno-calcaire, avec silex, était très développé au Sud de la région.

Enfin le Miocène dessine la dépression synclinale de l'oued Sless, comprise entre le Sidi Messaoud et la Kelâa. Le piton, sur lequel le poste est installé, est formé de grès plus ou moins grossiers, formant une assise d'une trentaine de mètres, représentant le Burdigalien. Ils sont surmontés par des grès argilo-sableux, d'une épaisseur à peu près égale, dans lesquels j'ai recueilli des Huîtres du type *Ostrea crassissima* LAMK. Enfin, au-dessus se développent, en concordance de stratification, les argiles marneuses de l'Helvétien.

Telle est, rapidement esquissée, la stratigraphie du Sless.

Au point de vue tectonique, cette région mériterait plus de temps que celui que j'ai pu lui consacrer. Je crois néanmoins avoir pu me faire une idée des grandes lignes de sa structure.

Le fait le plus important est la superposition anormale des calcaires ou des marnes calcaires liasiques du Sidi Messaoud sur le Néogène de la vallée des Sless. A la hauteur du marabout de ce nom on voit, sur le flanc ouest, les calcaires massifs et les lits de marno-calcaires, couchés en un pli aigu sur les grès burdigaliens, eux-mêmes déversés sur les argiles helvétiques, tandis que sur le flanc est, le Lias est en contact avec les plis paléozoïques de la rive droite de l'Ouerr'a.

A 4 kilomètres au Sud-Est, au niveau du marabout de Sidi bou Hassoun, on peut relever une coupe analogue ; mais, ici, le Lias est remplacé par les schistes paléozoïques qui forment le noyau du pli liasique, également couchés sur le Néogène, à l'Ouest, et recouverts par la succession du Burdigalien et de l'Helvétien, à l'Est.

La Kelâa m'est apparue comme un pli des grès du Miocène inférieur qui surgit au milieu des argiles helvétiques.

Enfin le Trias lagunaire forme une large bande dans la zone synclinale des argiles miocènes.

Je pense que le Lias représente une nappe à noyau paléozoïque, charriée sur le Miocène et enveloppée par une nappe triasique dont les vestiges subsistent dans les synclinaux du Néogène.

Si nous nous reportons aux phénomènes des grands charriages que nous venons de mettre en relief, MM. Maurice Lugeon, Léonce Joleaud et moi, dans la zone pré-rifaine, je suis amené à considérer la région des Sless comme *confinant à la zone de racines de ces nappes nord-marocaines*.

La bande de marnes bariolées et de gypse des Sless nous apparaît comme un lambeau triasique pris dans les plis des marnes néogènes. Ce terrain lagunaire se présente ici comme



dans la zone pré-rifaine où nous avons admis l'existence d'une grande nappe triasique.

Quant aux marno-calcaires à silex de l'Éocène inférieur, qui s'étalent en une large bande plus au Sud, ils sont *en recouvrement sur les argiles vindoboniennes*. Nous allons voir que, dans la région de Taza, l'existence d'une nappe éocène est encore plus manifeste.

On peut, d'après ces observations, se rendre compte, sur la carte de reconnaissance à 1/200 000 du Service géographique de l'armée, de l'étendue des nappes de charriages du détroit Sud-Rifain.

La distance à vol d'oiseau entre le Sidi Messaoud et le djebel Zalar' est de 46 kilomètres ; celle qui sépare la région des Sless, que je viens de décrire sommairement, de la zone frontale du djebel Kefs, dans la région de Meknès, n'a pas moins de 90 kilomètres.

C'est donc à quelque cent kilomètres ou même plus qu'il faut estimer l'amplitude des grandes nappes de recouvrement du bassin du Sebou.

Entre la Kelâa des Sless et le poste d'oued Amellil, par Souq el Arbâa de Tissâ, la piste demeure sur les dépôts de l'Éocène inférieur. J'ai toujours vu ce terrain, le long de mon itinéraire, avec la composition lithologique que j'ai indiquée plus haut. Des bancs de grès, parfois assez importants, comme au Tokkoum, à mi-distance entre Tissâ et la Kelâa, rompent la monotonie de ces paysages marneux. Ils sont fortement plissés et offrent, en cet endroit, un repli de la nappe éocène visiblement charriée vers le Sud.

Des lambeaux de la nappe triasique se montrent un peu partout. De même que dans l'Ouest, cette nappe a été repliée par les nappes plus récentes, alors qu'elle s'étendait sur l'emplacement du Détroit Sud-Rifain avant l'écrasement définitif de ce dernier.

C'est ainsi que des lambeaux de Trias lagunaire se trouvent enchâssés dans les marnes helvétiques, comme au djebel Chaouchi, au Sidi Zebbar, dans la vallée du Sebou. Il en existe également, repris dans la nappe éocène, un peu en aval du confluent de l'oued Innaouen, dans la vallée du Sebou et à Souq el Arbâa de Tissâ, chez les Oulad Amrane. Enfin au Mchemain, au Koudiat Kabbez et aux abords du poste d'oued Amellil, chez les Tsoul.

Parmi tous les affleurements triasiques qu'il m'a été donné de relever, celui qui, aux abords immédiats du poste, forme le « Rocher de Sel » de Souq el Arbâa de Tissâ est l'un des plus importants.

Le gisement salifère se montre, sur la rive droite de l'oued Sebou, près du poste installé par le général Gouraud en 1912. Il forme une bande continue de 3 à 4 kilomètres d'étendue, sur un kilomètre et demi de largeur.

Il est constitué par des couches de sel gemme et de gypse alternant avec des marnes bariolées d'un rouge foncé laissant place, parfois, à des marnes vertes. Des lits sableux s'y montrent également. Enfin des blocs d'une roche verte, généralement très altérées, se montrent emballés dans la masse gypso-saline : ce sont des ophites.

Parmi les sels solubles, le chlorure de sodium domine ; il forme des bancs épais entremêlés de marnes colorées, sa puissance visible est d'au moins 60 mètres.

La montagne est entaillée presque à pic du côté de la vallée, elle s'élève à environ 180 m. au-dessus du thalweg.

L'érosion superficielle exercée par les eaux pluviales sur cette masse soluble a isolé, sur les crêtes, des aiguilles ; tandis que les flancs du rocher de sel offrent, par place, de beaux types de lapiaz. Les eaux de ruissellement vont à la rivière par les grandes pluies ; elles séjournent en partie sur le thalweg de la rive droite où elles déposent, à la saison sèche, leurs sels solubles, en grande partie formés de chlorure de sodium. Là il est recueilli par les indigènes qui exploitent, en outre, par des procédés grossiers, les bancs de sel gemme en place. Ce gîte alimente une grande partie de la région : il est destiné à faire l'objet d'une exploitation méthodique importante.

Le Trias de Souq el Arbâa est au contact de l'Eocène inférieur. Au Nord de l'affleurement l'on voit les marnes blanches, avec lits de calcaires marneux et silex, se relever sur le gisement salin et orientés WNW. Sous le camp, les mêmes couches sont redressées jusqu'à la verticale.

#### LA RÉGION DE TAZA ET LA MOYENNE MLOUYA.

Le Détroit Sud-Rifain a ses limites nettement tracées au Sud. Les rides du Moyen Atlas s'inclinent assez brusquement pour s'ennoyer dans les dépôts néogènes ainsi que je l'ai antérieurement signalé <sup>1</sup>. Il existe un contraste saisissant entre les terrains primaires et secondaires de la grande chaîne et les sédiments déposés par le bras de mer qui mettait en communication l'Océan Atlantique et la Méditerranée à l'époque miocène.

Au Nord, il est plus difficile de délimiter la zone d'extension

1. *C. R. Ac. Sc.*, t. 152, p. 1715, 12 juin 1911.

des dépôts du détroit parce que, de ce côté, des terrains marneux éocènes forment de vastes affleurements, qu'il faudra suivre pas à pas pour les séparer des terrains miocènes de composition lithologique similaire, comme les argiles marneuses du Vindobonien.

Je n'ai pas eu le loisir de visiter les contreforts du Moyen Atlas, au Sud du détroit, parce que les farouches R'ïata s'opposaient à notre expansion, nos postes les plus avancés étant placés, de ce côté, au Koudiat el Abiod, à Taza et à Djebla ; mais les vues panoramiques dont j'ai pu jouir de ces points admirablement choisis m'ont permis de me rendre compte de la prédominance, de ce côté, des terrains jurassiques. Des calcaires forment les crêtes du djebel Chiker (1778 m.) et au sommet du djebel Tazekka (1996 m.) ; ils se retrouvent dans l'Est du djebel Ouairt, au djebel Sakfaouat. Et partout l'on voit ces terrains secondaires s'enfoncer sous les couches miocènes, régulièrement relevés sur le bord méridional du détroit.

J'ai pu toucher en un seul point les calcaires jurassiques de la chaîne, au fort Kappler, redoute de protection de la garnison de Taza. Là le Jurassique se montre sous les grès miocènes ; il est formé de calcaires compacts gris qui rappellent les calcaires zoogènes du Lias de l'Algérie et du Maroc.

Au poste de Djebla de nombreux galets des poudingues tortoniens, empruntés aux calcaires jurassiques du Moyen Atlas, peuvent renfermer des débris de fossiles. C'est ainsi que j'ai recueilli des fragments d'*Harpoceras* liasiques.

Du fort Kappler on aperçoit de profondes vallées, descendues du Toumzit et du Chiker, qui découvrent les terrains primaires sous-jacents, parmi lesquels des schistes anciens et aussi des couches argilo-gréseuses d'un rouge vif qui appartiennent vraisemblablement au Permien.

A peu de distance de l'oued Innaouen, sur la rive droite de ce cours d'eau, commence, au Nord de Taza, une importante formation éocène qui se relie sans discontinuité avec celle de la région comprise entre les Sless et Oued Amellil, dont j'ai parlé plus haut.

Elle se développe sur de grandes surfaces chez les Branès. Les marnes et les calcaires marneux prédominent dans cette succession ; on y rencontre aussi des grès glauconieux et des calcaires zoogènes.

Deux vallées entaillent profondément ces terrains tertiaires ; celle de l'oued Lahdar où est bâti le village de Meknassa Tahtania, et celle de l'oued Lârba où se trouve Meknassa Foukania.

Dans la vallée de l'oued Lahdar se montrent, dans une assise de marnes, des grès et des sables glauconieux renfermant parfois des fossiles parmi lesquels on peut reconnaître :

*Voluta depressa* et *Cucullæa crassatina* du Thanétien.

Au-dessus se développe une assise de marnes olivâtres, entremêlées de bancs de calcaires marneux, puis une succession puissante de marnes grises ou blanchâtres, avec lits calcaires où se trouvent empâtés ou détachés des silex noirs.

Dans la vallée de l'oued Lârba j'ai constaté, dans cette série marno-calcaire à silex, des lits phosphatés avec dents de Squales qui mettent en parallélisme ce niveau avec celui de l'El Boroudj (Tadlâ) où des gisements de phosphate sont reconnus. Ces derniers renferment notamment : *Otodus obliquus* AGASSIZ, *Odontaspis cuspidata Hopsi* Ag. sp., *Odontaspis elegans* Ag. <sup>1</sup> qui sont des formes des niveaux phosphatés de l'Eocène inférieur de la Tunisie et de l'Algérie.

La teneur en phosphate tricalcique de ces bancs marneux est assez faible. Cinq analyses effectuées par M. Charles Girard, professeur à l'Institut agronomique, ont donné les résultats suivants :

1<sup>er</sup> échant. — Acide phosphorique : 2,75 0/0, correspondant à 6 0/0 de phosphate tricalcique.

2<sup>e</sup> échant. — Acide phosphorique : 3,00 0/0, correspondant à 6,54 0/0 de phosphate tricalcique.

3<sup>e</sup> échant. — Acide phosphorique : 2,68 0/0, correspondant à 5,84 0/0 de phosphate tricalcique.

4<sup>e</sup> échant. — Acide phosphorique : 2,62 0/0, correspondant à 5,71 0/0 de phosphate tricalcique.

Malgré ces faibles teneurs la présence du phosphate de chaux dans ces couches éocènes est indiscutable.

Au-dessus de cette puissante série du Suessonien se montrent des calcaires blancs zoogènes, renfermant en abondance des *Lithothamnium*, avec des Mollusques parmi lesquels j'ai reconnu :

*Ostrea gigantica* SOLANDER, *Chlamys subtripartitus* D'ARCHIAC, accompagnés de petites Nummulites voisines de *Nummulites bulus* LEYMERIE, et des *Orthoglophragmina*.

Ces calcaires couronnent, en bancs épais de 10 à 30 m., les crêtes avoisinantes et les approches du camp de Bab Moroudj, situé à 22 km. à vol d'oiseau au Nord de Taza. Des grès puissants forment certains sommets comme le djebel Amsden, situés à quelques kilomètres au Sud-Est de ce poste militaire.

Près du col de Bou Djenan, où la piste franchit la crête avant d'arriver à Bab Moroudj, j'ai constaté la présence de beaux calcaires pétris de Nummulites parmi lesquelles on peut citer :

1. Déterminations de F. PRIEM.

*Nummulites atacicus* LEYMERIE, race méandriforme, variété globuleuse. *Nummulites bolcensis* MUNIER-CHALMAS, espèce de Spi-lecco. *Nummulites irregularis* DESHAYE.

Ces Foraminifères caractérisent le Lutétien inférieur.

Ainsi, la présence de l'Eonummulitique est indiscutable dans toute la région comprise entre la Kelâa des Sless et le Nord de Taza où il recouvre la plus grande partie de la tribu des Branès.

C'est là un fait stratigraphique important qui distingue cette partie du Nord de l'Afrique de toute la région montagneuse du Tell, en Algérie et en Tunisie, où le Suessonien fait défaut pour laisser place au Lutétien et à des grès de l'Eocène supérieur transgressifs. On sait que l'Eonummulitique n'apparaît que plus au Sud, dans la zone septentrionale des Hauts Plateaux algéro-tunisiens, où il succède, en concordance, au Crétacé supérieur. Une seule exception avait été signalée, par M. L. Joleaud, dans le Nord de Constantine.

La présence des terrains miocènes dans la « Trouée de Taza », que j'avais entrevue depuis longtemps, a été démontrée à la suite de mon voyage de l'été 1915.

J'ai résumé mes observations dans une note succincte présentée à l'Académie des Sciences <sup>1</sup>. Depuis, de nouveaux documents sont venus s'ajouter à ceux que j'avais recueillis à cette époque et m'engagent à modifier, tout en les amplifiant, mes conclusions qui renfermaient encore une certaine part d'hypothèse.

Les dépôts néogènes affleurent, au seuil de Taza, sur une bande considérablement rétrécie qui n'a pas plus de 6 km. de largeur suivant le méridien de la ville. Ils sont formés de grès et d'argiles marneuses dont l'ensemble a une épaisseur importante.

On observe, dans la vallée de l'Innaouen, aux environs de Taza, la succession suivante, de la base au sommet :

a. Grès calcarifères, grossiers, avec petits galets bien roulés de roches jurassiques et paléozoïques. Cette assise de petit poudingue apparaît sur une épaisseur de 10 m. environ.

b. Grès calcaires jaunes : 20 m. environ.

c. Grès sableux, argileux, jaunes : 20 m. environ.

d. Argiles, un peu marneuses, sableuses à la base, blanches ou grises, bleuâtres dans les coupures fraîches, formant une assise de plus de 200 mètres.

e. Poudingues, parfois durs, à galets de roches jurassiques et paléozoïques, cimentés par un grès siliceux, de couleur jaune. Ces

1. LOUIS GENTIL. Note géologique sur la « Trouée de Taza » (Maroc septent.). C. R. Ac. Sc., t. 163, p. 705-708, séance du 4 déc. 1916.

poudingues passent insensiblement à un grès jaune, argilo-sableux, qui termine cette assise détritique dont le puissance est d'au moins 40 mètres.

Les deux assises gréseuses de la base forment, sur la rive droite de l'oued Innaouen, un même niveau géologique, qui s'appuie depuis Taza jusqu'au delà de Koudiat el Abiod, sur les contreforts du Moyen Atlas.

L'insuffisance d'une faunule de Mollusques et la présence de deux Clypeâstres jusqu'ici signalés seulement dans l'Helvétien, m'a fait attribuer, avec quelques doutes, cet horizon détritique à la base de l'Helvétien<sup>1</sup>. De nouveaux documents m'amènent à voir, dans ces grès, les dépôts du Burdigalien ou du premier étage méditerranéen.

Aux environs immédiats de Taza, sous le fort Kappler et aux environs du poste de Koudiat el Abiod, j'ai recueilli les quelques fossiles que j'ai déjà signalés et auxquels viennent s'ajouter d'intéressantes espèces recueillies depuis par le lieutenant Calmette. Il est actuellement possible de dresser la liste suivante :

*Pecten incrassatus* PARTSCH (= *P. Besseri* ANDR.); *P. præscabriusculus* FONTANNES; *P. Josslingi* SMITH (= *P. Lychnulus* FONTANNES) var *lœvis* COTTER; *Flabellipecten fraterculus* SOWERBY sp.; *Pecten* (*Amusium*) *subpleuronectes* D'ORBIGNY sp.

Cette faune ne peut laisser de doute sur l'âge burdigalien des grès qui la renferment. Elle est plus complète que celle que j'avais précédemment donnée et qui me laissait hésiter entre le Burdigalien et l'Helvétien. La présence de *Pecten præscabriusculus* est décisive en faveur du Miocène inférieur.

Si j'ai attribué, avec réserve il est vrai, les grès miocènes de l'Innaouen à la base de l'Helvétien, c'est surtout à cause de deux Clypeâstres, déterminés par M. Lambert et qui sont des espèces helvétiques :

*Clypeaster decemcostatus* POMEL.; *Clypeaster marginatus* LAMK.

Voici la détermination critique que le savant échinologue a bien voulu m'en donner :

Le premier est un *Platyclypeina*, soulevé sous les pétales et à larges marges tesselées. Il ne me paraît pas différer du *Clypeaster marginatus* LAMARCK, tel qu'on le rencontre dans le falun de Narosse. En Algérie cette espèce a toujours été confondue avec d'autres. Mais *C. simus* POMEL, du Tortonien, a ses bords plus sinueux, ses pétales plus

1. C. R. Ac. Sc., loc. cit., p. 708.

ouverts, son infundibulum plus large et ses marges semblent un peu moins étalées. *C. tessalatus* POMEL est plus allongé, plus déprimé et ses pétales sont proportionnellement plus courts. Quant au *C. expansus* POMEL, qui tombe selon moi en synonymie du *C. melitensis* MICHELIN, il se distingue surtout par ses marges plus déclives, proportionnellement moins étendues, n'atteignant pas en largeur la longueur des pétales.

*Clypeaster marginatus* est caractéristique de l'Helvétien ; étage que semble également indiquer la gangue de ce fossile.

Le deuxième Clypeastre est un débris appartenant au groupe des *Oxyclypeina*. Son sommet est régulièrement convexe ; ses longs pétales peu ouverts et son infundibulum étroit ne permettent guère de le rapprocher, parmi les espèces algériennes, que des *C. parvituberculus* et *C. decemcostatus* POMEL, l'un et l'autre, comme la plupart des espèces de ce groupe, de l'étage Helvétien. En raison de ses pétales très peu ouverts, je crois devoir rapporter cet individu plutôt au *C. decemcostatus* ; mais je ne puis donner cette détermination que comme probable. On peut encore comparer ce Clypeastre au *C. Reidi* WRIGHT, mais les tubercules de la face supérieure de ce dernier sont très différents. Le *C. turritus* AGASSIZ, du même groupe, est plus haut et ses pétales bien plus longs.

Cette discussion est fort intéressante et j'en adopte les conclusions. Les deux espèces de Clypeâstres que j'ai soumises à M. Lambert appartiennent donc à l'Helvétien.

Mais, depuis, j'ai reconnu que ces deux Oursins se trouvaient à un niveau un peu plus élevé que la faune des Pectinidés, énumérée plus haut, soit dans les grès argilo-sableux de l'assise *c*.

Or, cette assise forme le passage insensible aux argiles marneuses qui surmontent en concordance les grès de l'Innaouen et que je place, sans hésitation, dans le deuxième étage méditerranéen.

Je n'ai recueilli aucun fossile déterminable dans ces argiles, grises ou bleues ; j'y ai seulement rencontré des empreintes très mal conservées, de Pélécy-podes et de Gastropodes.

Il faut s'élever jusque dans l'assise terminale de poudingues et de grès qui recouvrent, en concordance, les argiles vindoboniennes, pour trouver en abondance cette fois : *Ostrea crassissima* LAMARCK, avec nombreuses variétés.

Les grès de Drâa Sidi Sâda, qui jalonnent la ligne de partage des eaux des deux versants, atlantique et méditerranéen, à l'Est de Taza, renferment ces Huîtres accumulées en véritables bancs.

Ici, comme dans la région de Fez, je considère la succession des argiles marneuses, épaisses, de la vallée de l'Innaouen et les conglomérats et grès qui les surmontent, comme représentant le

deuxième étage méditerranéen (Vindobonien). Les argiles forment l'Helvétien et vraisemblablement une partie du Tortonien; les grès et les poudingues doivent être placés dans le Tortonien, surtout dans le Tortonien supérieur.

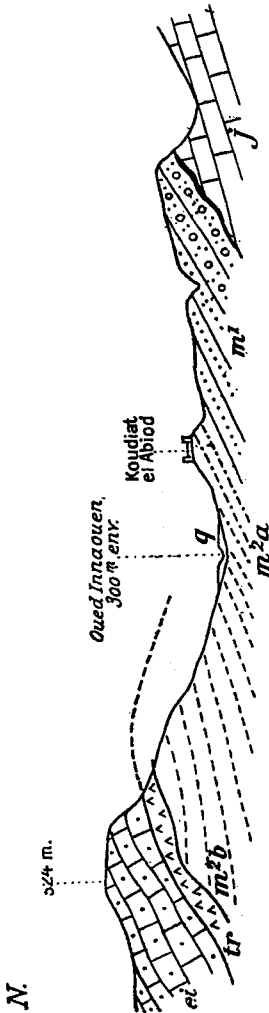


FIG. 3. — Coupe à travers la VALLÉE DE L'INNAOUEEN par le poste de Koudiat el Abiod. — 1/150 000 env. tr, Trias; J, Jurassique; ei, Eocène inférieur; m¹, Burdigalien; m², Helvétien; q, Quaternaire.

Il est important de constater qu'il y a concordance parfaite entre le premier et le deuxième étage, et continuité de sédimentation depuis la base du Burdigalien, jusques et y compris la plus grande partie du Vindobonien.

Au-dessus de cet ensemble je n'ai observé aucune formation marine. Il faut donc admettre que, si le Miocène supérieur (Sahélien) a recouvert les dépôts du deuxième étage, il n'en reste pas de traces: du moins n'en ai-je pas observé.

Les dépôts miocènes se montrent, dans la vallée de l'Innaouen, sur les deux rives de l'oued. Sur une assez grande étendue, depuis un point situé à plus de 10 km. en aval de Koudiat el Abiod jusqu'à Taza, les conglomérats et grès burdigaliens sont relégués sur la rive gauche, tandis que les argiles marneuses vindoboniennes s'étendent sur la rive droite. Ces argiles sont toujours limitées par le contact de l'Éocène inférieur; leur plus grand développement est compris entre l'Innaouen et le poste d'oued Amellil.

Il m'a été impossible de dépasser le poste avancé de Koudiat el Abiod situé au pied du piton juras-

sique du djebel Tazekka.

Les grès burdigaliens se relèvent, de ce côté, avec une inclinaison de 20 à 25° sur les flancs de la montagne. Représentés par des grès calcarifères grossiers, avec petits galets et par des grès jaunes, sur une épaisseur d'au moins 40 m., ils forment des tables régulières débarrassées, par l'érosion, des argiles qui les recou-



vraient. Leur surface rubéfiée, par oxydation ferrugineuse, peut les faire confondre avec des calcaires secondaires. Ils sont profondément entaillés par les ravins, parfois en gorges, qui viennent se jeter dans l'Innaouen.

Les fossiles paraissent assez fréquents, mais les précautions de l'autorité militaire ne m'ont permis de recueillir, de ce côté, qu'une partie de la faune burdigalienne, notamment :

*Pecten incrassatus* PARTSCH ; *P. Josslingi* SM. var. *lœvis* COTTER ; *Flabellipecten fraterculus* SOWERBY sp.

Le Vindobonien débute par les grès argileux et les marnes gréseuses blanchâtres de Koudiat el Abiod, dans lesquels a été trouvé *Clypeaster decemcostatus* POMEL. Puis, se montrent les argiles marneuses sur une épaisseur visible d'environ 250 m., entre les deux postes d'El Abiod, et de l'ouéd Amellil.

Des niveaux d'eau existent, dans les grès du Burdigalien et de la base de l'Helvétien, qui donnent naissance à des sources, parfois d'un gros débit, comme l'Aïn Touda qui alimente le poste de Koudiat el Abiod.

Une coupe relevée à travers la vallée, un peu à l'Est de Taza, est non moins intéressante que celle d'El Abiod.

Les grès du Miocène inférieur, apparaissent, relevés à 30 ou 35° sur le bord du bassin, aux environs de la ville. Ils montrent, à leur base, de nombreux petits galets de calcaires secondaires et des grès quartzeux primaires ; on les voit reposer sur les calcaires gris, compacts, des pentes du Toumzit, qui appartiennent aux contreforts du Moyen Atlas. Le substratum est raviné et fréquemment perforé par des Mollusques lithophages.

Puis se succèdent les grès calcaires et les grès sableux qui forment passage insensible aux argiles marneuses du Vindobonien. C'est dans les assises détritiques les plus inférieures que j'ai recueilli, aidé du lieutenant Calmette, les espèces suivantes de Pectinidés :

*Pecten præscabriusculus* FONTANNES ; *Amussium subpleuronectes* D'ORBIGNY sp.

Le *Clypeaster marginatus* LAMARCK provient de l'assise à grain très fin la plus supérieure.

Les Pectinidés appartiennent au Burdigalien, tandis que le Clypéastre se trouve dans l'assise gréseuse la plus élevée, c'est-à-dire à la base de l'Helvétien.

Les grès du Miocène inférieur de Taza sont en continuité avec ceux de Koudiat el Abiod qui m'a fourni une faune synchronique.

Les marnes vindoboniennes, sableuses à la base, sont plus argileuses sur la rive droite de la vallée où elles se développent jusqu'au contact de l'Éocène inférieur de Kerdoussa et de Bab bou Salah, s'élevant jusqu'à 150 m. seulement au-dessus du thalweg de la rivière.

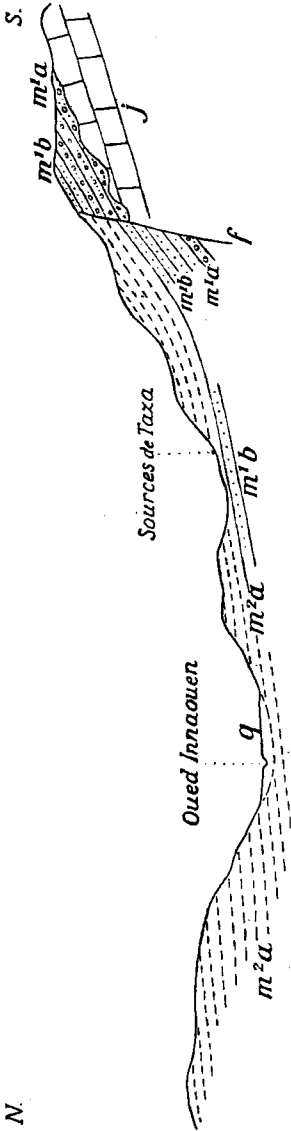


FIG. 4. — Coupe à travers la vallée de l'INNAOUCN un peu à l'Est de Taza. — 1/50 000 env.  
*tr*, Trias; *J*, Jurassique; *ei*, Éocène inférieur; *m'*, Burdigalien; *m<sup>2</sup>*, Helvétien; *q*, Quaternaire.

Des tufs calcaires, avec Mollusques terrestres et d'eau douce, s'étalent sous la ville en une plateforme, presque horizontale, entaillée de trois côtés, à l'Ouest, au Sud et à l'Est. Ces travertins sont quaternaires ou remontent au Pliocène récent; leur épaisseur peut varier entre 20 ou 40 m. Ils ont été entaillés par des éboulements successifs dus à l'érosion facile de l'oued Innaouen dans les argiles vindoboniennes.

Ce sont des dépôts des sources qui devaient sourdre sur l'emplacement de Taza par suite d'un régime hydrologique dont les manifestations subsistent aux environs. C'est ainsi que les sources qui alimentent la ville (Aïn el Nsa, Guelta Nemli) sont des émergences à gros débit d'un niveau d'eau important établi dans les grès de base du Miocène, ayant pour toit les argiles helvétiques.

A l'Est du méridien de Taza les argiles vindoboniennes affleurent sur de grandes surfaces dans un vaste quadrilatère ayant deux sommets opposés à Taza et à Msoun.

Les dépôts miocènes se relèvent régulièrement sur le bord méridional du Détroit Sud-Rifain. Des ravins entaillent les argiles miocènes, séparant des croupes invariablement couronnées par les

poudingues, parfois assez durs, et par des grès jaunes un peu argileux. On peut suivre la stratification des argiles, par suite de

la présence de lits gréseux intercalés, et la superposition concordante des poudingues et grès tortoniens permet de se rendre compte de l'allure régulière de ces dépôts, toujours relevés sur le bord du bassin, ainsi que je l'avais vu à la lorgnette, en 1911, des bords de la Mlouya<sup>1</sup>.

Les lambeaux tortoniens les plus importants qui ont résisté à l'érosion se rencontrent au Bled Gueldmane et dans le Drâa Sidi Sâda, qui se trouvent sur la ligne de partage des réseaux hydrographiques de l'Innaouen et de l'oued Msoun. On y voit fréquemment des grottes entaillées dans les grès vindoboniens, qui ont dû servir d'abris aux indigènes vivant en troglodytes. C'est dans les grès de Drâa Sidi Sâda que se trouvent, en abondance, les Huîtres du groupe des Crassostacées qui caractérisent fréquemment le même niveau dans l'Afrique du Nord. Ils se rencontrent notamment dans la vallée de la Moyenne Mlouya, sur la rive droite du fleuve.

Au delà de Msoun les terrains miocènes sont en grande partie masqués par des dépôts quaternaires, parmi lesquels la croûte calcaire superficielle joue un grand rôle. La plaine d'El Aricha, entre El Guettaf et Safsafat, est d'une monotonie décevante. Elle apparaît comme un glacis dont la stérilité dépasse celle de la plaine de Tafрата. En approchant de la Mlouya, le Tortonien n'apparaît pas avec les mêmes caractères pétrographiques. Il forme l'entablement de *gour* comme le Drâa, bou Mekhrareg, le Chouachi des Megrane, des deux côtés de l'oued Melellou. Une carrière ouverte à 3 km. du poste de Guercif, dans les poudingues de ce niveau, permet de se rendre compte de la constance de composition lithologique de cet horizon que j'ai également signalé sur la rive droite du fleuve. Mais, tandis que dans la vallée de la Moyenne Mlouya cet horizon ne s'élève pas à 400 m., il dépasse 750 m. dans la partie la plus resserrée du Détroit Sud-Rifain.

Au point de vue tectonique, la région qui s'étend au Nord du parallèle de Taza est une des plus compliquées. Une coupe précise relevée du Sud au Nord, entre Taza et Bab Boroudj, serait très instructive. Je n'ai malheureusement pas eu le loisir de m'y consacrer : ma visite à ce dernier poste s'est effectuée de Taza, aller et retour, en une seule journée, sur un trajet de près de 70 km. De plus, je n'avais à ma disposition que de mauvais croquis topographiques, la plus grande partie de cette région n'ayant pas encore été levée.

Mais j'ai pu, au cours de cette randonnée, faire une série

1. C. R. Ac. Sc., t. 152, p. 1715, 12 juin 1911.

d'observations qui s'accordent pour démontrer que la large bande de l'Eocène, comprise entre la vallée de l'Innaouen et el Boroudj, est *manifestement poussée vers le Sud*.

L'Eocène est plissé et montre, entre Meknassa Foukania et le col de Bou Djenap, une série de replis, toujours couchés vers le Sud, *qui appartiennent à une même nappe de charriage avec ses digitations*.

Une lame de Trias lagunaire, avec des marnes bariolées, gypse et sel gemme, cargneules, roches ophitiques, que j'ai recoupée à 5 km. environ au Nord de Meknassa Fonkania, dans la vallée de l'oued Larbâ, m'apparaît comme les vestiges d'une nappe triasique dont j'ai retrouvé des lambeaux plus à l'Ouest et qui doit, vraisemblablement, se poursuivre d'une façon presque continue.

D'autre part l'Éocène inférieur, qui limite dans la vallée de l'Innaouen le contour des argiles vindoboniennes, est en superposition sur ces argiles miocènes. Entre la vallée de l'oued Amellil et celle de l'oued Msoun, cet Eocène dessine un arc complètement entouré par les argiles helvétiques qui ont été mises à nu, sous les dépôts suessoniens des Branès, par l'érosion des deux oueds.

Du reste, l'observation directe permet de se rendre compte de cette superposition anormale, ce qui ne m'a pas échappé entre Koudiat el Abiod et oued Amellil et, sur la piste de l'oued Larbâ, un peu en aval de Meknassa Foukania.

Plus à l'Est, le djebel Oulad Zemmour semble se présenter dans les mêmes conditions et former le prolongement des mêmes nappes de charriages dans la vallée de la Moyenne Mlouya.

Enfin, le Koudiat bou Fliles, sur lequel est installée une redoute de protection de Taza, sur la rive droite de l'Innaouen, m'apparaît comme la zone frontale d'une nappe. On voit, dans ce mamelon, les couches de l'Éocène inférieur dessiner la tête d'un anticlinal couché vers le Sud.

D'ailleurs cette manière d'envisager la structure du pays des Branès explique toutes les anomalies cartographiques qui résulteraient forcément de l'interprétation qui consisterait à admettre une succession régulière des couches dans la vallée de l'Innaouen. Les grès burdigaliens se relèvent de façon continue entre Taza et Koudiat el Abiod, bien au delà de ce poste, sur la rive gauche de la rivière.

A l'Est de Taza, le deuxième étage méditerranéen apparaît transgressif sur les terrains primaires et secondaires du Moyen Atlas ; et je ne serais pas surpris que les bancs de la base du Miocène émergent encore en quelques points.

Si l'on se reporte sur la rive droite de la vallée, au contraire, on ne voit jamais les grès du premier étage méditerranéen affleurer à la bordure des terrains éocènes, alors qu'ils devraient, comme sur la rive gauche, se relever sur le bord du bassin, si les rives du détroit avaient été resserrées entre le Moyen Atlas et les contreforts suessoniens des Branès.

Par contre les grès burdigaliens se retrouvent, plus au Nord, dans la région de Bab Boroudj. Parmi un lot de fossiles du Lutétien des environs de ce fort, que m'a obligeamment envoyés le commandant Lamoureux, se trouvent de grands Pectens du groupe de *P. Beudanti*, qui répondent indiscutablement aux caractères de *Pecten convexior* ALMEIRA et BOFIL du Burdigalien. Ce *Pecten* se trouve dans un grès calcaire qui se distingue du calcaire zoogène à *Chlamys subtripartitus* D'ARCHIAC du Lutétien inférieur.

On ne peut douter que le Burdigalien réapparaisse à quelques 25 km. à vol d'oiseau au Nord de Taza où, d'ailleurs, il n'est peut-être pas en place et proviendrait, en ce cas, d'une région encore plus septentrionale.

Je suis donc conduit à admettre que, *tandis que la rive méridionale du Détroit Sud-Rifain, dans la région de Taza, est approximativement marquée par les affleurements des dépôts miocènes au pied des contreforts du Moyen Atlas, sa rive septentrionale doit être recherchée au Nord d'un vaste lambeau de recouvrement des terrains éocènes ou bien sous cette nappe de charriage elle-même.*

Il résulte, en outre, de la discussion qui précède, que *les dépôts de l'ancien détroit ont été écrasés, par le chevauchement vers le Sud de nappes de charriage dont la zone de racines doit se trouver quelque part dans le Rif.*

#### CONCLUSIONS.

Il résulte des observations qui précèdent que la dépression comprise entre le Moyen Atlas et le Rif mettait en libre communication, dès le début du Miocène, l'océan Atlantique et la Méditerranée néogènes.

Les éléments de faune de Pectinidés que j'ai pu réunir dans les grès qui, dans la « Trouée de Taza », se montrent à la base des dépôts miocènes, ne peuvent laisser subsister aucun doute à cet égard.

Nous avons vu que ces grès burdigaliens se retrouvent, du côté atlantique du Détroit Sud-Rifain, partout où la puissante série de ces terrains met au jour, à la faveur des mouvements orogéniques et de l'érosion, son assise de base. Nous avons pu

les suivre depuis la bordure du R'arb où ils sont bien caractérisés, les voir surgir au contact des calcaires jurassiques du Zalar', près de Fez, et les observer, affleurant sur une grande étendue, dans la vallée de l'Innaouen.

Du côté méditerranéen il faut franchir toute la vallée de la Moyenne Mlouya et atteindre le bassin littoral des Msirda ou le bassin de la Tafna pour retrouver les dépôts du premier étage méditerranéen. Dans l'intervalle, à ma connaissance du moins, ils demeurent partout enfouis sous la puissante série des niveaux plus récents.

Ceux-ci sont d'abord représentés par les argiles marneuses à Foraminifères du deuxième étage, comprenant l'Helvétien et peut-être, aussi, la base du Tortonien. Des conglomérats et des grès, qui atteignent ou dépassent 50 m. de puissance, surmontent ces argiles, témoignant d'un changement complet d'origine. D'une formation de mer relativement profonde nous passons assez brusquement à des dépôts néritiques, presque littoraux, de la partie supérieure du Tortonien.

Au-dessus de cette assise terminale du deuxième étage méditerranéen je n'ai observé aucun vestige de dépôts miocènes plus jeunes, dans la région de Taza. Il faut nous reporter bien loin, à l'Ouest, pour retrouver la trace d'une sédimentation marine du Miocène supérieur. Les sables de Dar bel Hamri dont nous avons signalé la riche faune sahélienne, M. Ch. Depéret et moi, forment une auréole continue autour des grandes plaines du R'arb, mais ne paraissant pas s'étendre plus à l'Est. Je n'ai jamais rencontré, entre cette région du Nord-Ouest marocain et la « Trouée de Taza », soit sur une étendue de près de 150 km., de débris de faune miocène remontant au Miocène supérieur.

A l'Est du seuil de Taza les dépôts du Sahélien se montrent bien datés par des Mollusques où dominent les Pectinidés dans la vallée de la Mlouya. Malgré les affirmations de M. Marius Dalloni il est impossible d'admettre que la mer sahélienne s'arrêtait sur la rive droite de la Tafna, parce que de ce côté, un coin du continent lui a offert des débris de Vertébrés qu'il attribue au Pontien. Je crois avoir montré que, dans la zone littorale de Nemours et de Port-Say, dans le Korn ech Chems, enfin sur la rive gauche de la Mlouya, des deux côtés du massif des Kbdana, s'étaient des sédiments marins à faunes du Miocène supérieur bien caractérisées. La mer néogène contemporaine du Pontien se prolongeait donc à plus de 100 km. à l'Ouest de la limite qui lui est assignée par mon confrère. Mais sur un espace de 60 km., au moins, entre le cours de la Mlouya et Taza, j'ai perdu la trace des dépôts marins de cet âge.

Je ferai remarquer à ce sujet que, tandis que le Sahélien se maintient dans la zone littorale, de part et d'autre du fleuve, à des altitudes inférieures à 150 m., le sommet du Tortonien s'élève à 750 m., au moins, au seuil de Taza, sur la ligne de partage des eaux des deux versants atlantique et méditerranéen. De même, dans le R'arb, les sables du Miocène supérieur n'atteignant pas 200 m. de hauteur.

Nous sommes donc conduits à admettre, en nous basant sur des observations stratigraphiques, que le Déroit Sud-Rifain était émergé, — sur l'étendue de plus de 200 km. qui sépare les collines bordières du R'arb de la vallée de la Mlouya, — avant la fin de l'époque miocène.

C'est là, il est vrai, une preuve négative de ce grand phénomène; mais des faits d'ordre tectonique viennent à l'appui de cette manière de voir; ils sont en outre de nature à nous éclairer sur la genèse de la fermeture du Déroit Sud-Rifain.

Nous avons établi, MM. Maurice Lugeon, Léonce Joleaud et moi, à la suite d'un récent voyage dans le R'arb marocain, que des nappes de charriages, dont j'avais prévu l'existence, avaient cheminé vers l'avant-pays du Rif, sur les dépôts du Déroit Sud-Rifain <sup>1</sup>.

Ce grand mouvement, accompli à la fin de l'Helvétien, s'est encore fait sentir, affaibli, au Tortonien dont les sédiments détritiques présagent l'exondation du déroit. Notre dernière conclusion sera que ce bras de mer devait se fermer par l'empilement des nappes qui a déterminé l'écrasement des dépôts néogènes contre la Meseta marocaine <sup>2</sup>.

Ce qui nous a paru très net du côté du R'arb est encore vrai dans la région de Taza et sur la rive gauche de la Mlouya.

L'on se rendra compte par la lecture de ce mémoire que les mêmes phénomènes tectoniques se poursuivaient depuis Fez, — but extrême de notre voyage en commun, — jusqu'à Taza.

J'ai montré, non seulement que toute la région comprise entre la capitale du Maroc, l'oued Ouerr'a et l'Innaouen, offrait les mêmes nappes de charriage; mais j'ai peut-être touché à la zone des racines de ces nappes, à la Kelâa des Sless.

Au seuil de Taza les effets de ce grand mouvement orogénique sont non moins manifestes. L'Eocène a chevauché le Burdigalien et l'Helvétien, produisant, ici, un rétrécissement du déroit qui s'étendait bien plus au Nord, vraisemblablement, au delà de Bab Boroudj.

1. *C. R. Ac. Sc.*, t. 166, p. 217, 4 février 1918.

2. Nous formulerons cette dernière conclusion dans une note qui sera prochainement présentée à l'Académie des Sciences.

Plus à l'Est le djebel Oulad Zemmour m'est apparu, à une certaine distance, également charrié sur l'Helvétien de la rive gauche de l'oued Msoun et je ne doute pas que cette continuité tectonique se poursuive, sans interruption, jusqu'au massif des Kibdana que j'ai, dès l'année 1910, considéré comme charrié vers la Mlouya. J'ai admis que le mouvement n'avait pas, de ce côté, intéressé les dépôts sahéliens de la Basse Mlouya qui recouvrent les lambeaux de charriage<sup>1</sup>.

*Ainsi la libre communication entre l'Océan Atlantique et la Méditerranée, établie dès le début du Burdigalien par un bras de mer resserré entre le Rif et le Moyen Atlas — le Déroit Sud-Rifain —, a dû être interrompu après la fin du Tortonien, embrassant ainsi la durée des dépôts marins des premier et deuxième étages méditerranéens.*

Le seuil de Taza était exondé pendant le Miocène supérieur, de sorte que la mer sahélienne n'a pas pris part au comblement du Déroit Sud-Rifain dans sa partie la plus resserrée. Elle n'a laissé de traces, à l'Ouest de la vallée de la Mlouya, que dans la zone littorale.

Comme on ne peut douter de l'échange des eaux atlantiques et méditerranéennes pendant toute la durée des temps néogènes, que, d'autre part, le Déroit Nord-Bétique était vraisemblablement exondé à l'époque pontique, il faut, de toute nécessité, retrouver ailleurs la communication qui, au Miocène supérieur, reliait les deux mers.

Il faudra peut-être admettre que le Déroit de Gibraltar, qui existait certainement tout au début de l'époque pliocène, était déjà ouvert à la fin du Miocène. Mais les documents stratigraphiques sur cette question font actuellement complètement défaut.

Je tiens à faire remarquer, en terminant, que ces conclusions apportent des modifications importantes à celles que j'avais antérieurement formulées. Par suite de la transgression du deuxième étage méditerranéen que j'avais constatée dans la vallée de la Mlouya, j'avais pensé, en étendant mes observations jusqu'au seuil de Taza, que la communication s'était établie dès le début du Miocène moyen ; et mon voyage de l'été 1915 paraissait devoir confirmer mon hypothèse. Des documents paléontologiques nouveaux et un déplacement vertical de deux Clypeastes helvétiques me font admettre, de façon définitive, que le déroit était ouvert dès le Burdigalien.

J'avais pensé aussi que les dépôts sahéliens, que j'avais suivis

1. Aperçu géologique sur le massif des Kibdana (Maroc oriental). *C. R. Ac. Sc.*, t. 151, p. 781, 31 octobre 1910.



jusqu'à la Mlouya, devaient se retrouver à la « Trouée de Taza ». L'observation directe a été, sur ce point, négative.

Ainsi se trouve reculée l'époque d'ouverture du Déroit Sud-Rifain, reculée aussi la date de sa fermeture.

Dans un pays comme le Maroc, où la question de sécurité devait être la première préoccupation du chercheur avant l'établissement de notre Protectorat, il était indispensable, pour tirer parti de faits épars, recueillis au hasard d'une piste de caravane, d'accorder une certaine part à l'hypothèse dans les conclusions.

Je ne regrette pas d'avoir ainsi devancé l'observation détaillée, parce que je me suis toujours astreint à séparer l'hypothèse des faits.



## SUR LA GÉOLOGIE DU SAHEL ET DE L'EXTRÊME-SUD TUNISIENS

PAR **L. Joleaud** <sup>1</sup>.

**SOMMAIRE.** — *Introduction.* — I. *Aperçu géographique.* — II. *Stratigraphie.* — A. *Trias* ; 1, Extrême-Sud tunisien ; 2, Tripolitaine ; 3, Résumé. — B. *Néogène* : 1, Régions littorales ; 2, Région de Gafsa ; 3, Région des Chotts ; 4, Résumé. — C. *Quaternaire* : 1, Régions littorales ; 2, Région de Gafsa ; 3, Région des Chotts ; 4, Résumé. — III. *Tectonique* : 1, Ouerguema ; 2, Djerid ; 3, Nefzaoua ; 4, Petite Syrte ; 5, Sahel d'El Djem ; 6, Résumé. — *Conclusion.*

### INTRODUCTION.

J'ai eu, au cours de l'automne 1917, l'occasion de faire un voyage dans le Sud-Est de la Tunisie, entre Sousse, Sfax, Gabès, Tatahouin et la frontière tripolitaine. J'ai pu, pendant mes tournées, faire un certain nombre d'observations nouvelles, qui, coordonnées avec celles de mes devanciers et de mes explorations antérieures, dans le Sud-Ouest tunisien, me permettent de donner aujourd'hui une vue d'ensemble de la stratigraphie des terrains triasiques, néogènes et quaternaires, ainsi que de la tectonique du Sahel et de l'Extrême-Sud tunisiens.

### I. APERÇU GÉOGRAPHIQUE.

La région décrite dans cette note a été récemment définie par M. Louis Gentil et par moi <sup>2</sup> comme caractérisée par son *architecture tabulaire*, qui en fait une simple *dépendance du Sahara* septentrional. Elle s'étend sur toute la zone littorale de la Petite Syrte ou golfe de Gabès et s'avance relativement loin dans l'intérieur des terres, puisqu'elle comprend le Sahel tunisien ou plateau d'el Djem, la cuvette des Chotts, les plaines et les plateaux désertiques du pays des Ouerguema.

Le *Sahel tunisien*, s'étend depuis les chaînons les plus orientaux de l'Atlas jusqu'au littoral méditerranéen. Il est constitué par un vaste plateau mollement ondulé, le plateau d'El Djem.

1. Note présentée à la séance du 24 juin 1918.

2. L. GENTIL et L. JOLEAUD. Les grandes zones tectoniques de la Tunisie. *C. R. Ac. Sc.*, t. 166, 1918, p. 119.

Dans les zones déprimées qui l'accidentent se sont établis des lacs salés, sebkhas ou garaas, où vont se réunir toutes les eaux de la région. Ainsi le régime des bassins fermés s'étend, dans cette partie de la Berbérie, à une vaste contrée très proche de la côte, à modelé à peine dessiné et qu'aucune ride orographique ne sépare de la mer. Certains de ces chotts sont même situés tout près du rivage actuel. Une plateforme sous-marine, qui prolonge le plateau vers l'Est, offre encore des dépressions de forme identique à celle des sebkhas du continent voisin, tandis qu'ailleurs, l'on peut y suivre le tracé des anciennes rivières ; ces thalwegs sous-marins sont désignés par les indigènes sous le nom d'oued, tout comme les lits des cours d'eau du plateau encore émergé.

La *cuvette des Chotts tunisiens* sépare le Sahel de l'Extrême-Sud. Elle comprend deux zones déprimées d'inégale étendue, à l'Est, celle des chotts Fedjedj et Djerid, à l'Ouest, celle du chott Rharsa.

Les chotts Fedjedj et Djerid communiquent largement entre eux. Un haut fond peu accusé les sépare, que suit, depuis les temps les plus reculés, la piste allant d'une rive à l'autre des chotts. Cependant ce faible relèvement du fond des lacs correspond à un changement notable dans la topographie. Tandis que le chott Fedjedj est enserré entre deux rides montagneuses, au Nord, la chaîne du Cherb (590 m.), au Sud, la chaîne du Tebaga (420 m.), le chott Djerid s'étale largement au milieu des dunes, dont il n'est séparé que par une simple ligne de mamelons argilo-gypseux, où abondent les *Cardium edule* (alt. 70 à 80 m.).

Le chott Djerid s'étend, d'ailleurs, en dehors de la zone axiale de la cuvette des lacs. Le chott Fedjedj, qui s'allonge de l'Est à l'Ouest sur près de 150 km., est, en effet, prolongé en direction par le chott Rharsa, dont il est séparé par un seuil de Crétacé que couronnent des formations continentales miocènes fortement repleyées. C'est donc à la fin du Néogène que les deux lacs auraient été séparés l'un de l'autre.

Au contraire, entre le chott Rharsa et le chott Melrir, l'on ne trouve que de simples lignes de dunes.

Le chott Fedjedj est creusé jusqu'à la cote + 13 m., le chott Rharsa, jusqu'à — 21 m. et le chott Melrir jusqu'à — 31 m. La pente générale de la cuvette des chotts serait donc inclinée de l'Est vers l'Ouest, c'est-à-dire de la Méditerranée vers le Sahara constantinois.

*L'Extrême-Sud tunisien*, où nomadise la tribu des *Ouerguema*, comprend une série de plateaux étagés en gradins. Chaque gra-

din est limité par une plaine dont le sous-sol est d'autant plus récent qu'elle est plus élevée. Des sédentaires berbères ont entaillé dans les parois de ces falaises des habitations troglodytiques dont les groupes forment les pittoresques villages des Matmata. La zone littorale de cette région tabulaire constitue la vaste plaine de la Jeffara, qui se continue, au delà de la petite mer intérieure de Bou Grara, dans l'île de Djerba. Le modelé de celle-ci est exactement le même que celui des presqu'îles voisines de Mehabeul et de Zarzis ; mais tandis que Zarzis est le centre d'une oasis importante, que Djerba forme un vaste jardin, la presqu'île de Mehabeul, couverte de ruines, n'est plus qu'un désert.

Au delà de Djerba, la région côtière offre une succession de sebkhas pour la plupart en communication intermittente avec la Méditerranée ; l'une d'elles cependant, la bahiret el Biban, a été envahie par la mer à une époque récente, tandis que d'autres, groupées par les Indigènes sous le nom d'oued Moghta, sont partiellement desséchées et occupent une zone déprimée s'avancant fort loin dans l'intérieur des terres et n'atteignant encore à 55 km. du rivage qu'une altitude de 12 m. C'est l'axe de ce large thalweg qu'épouse la frontière tuniso-tripolitaine.

## II. STRATIGRAPHIE.

A. TRIAS. — Le Trias des régions littorales de la Petite Syrte diffère de celui des autres contrées de l'Afrique du Nord à la fois par ses caractères stratigraphiques, pétrographiques et paléontologiques. Il se présente, d'ailleurs, avec des facies très différents en Tunisie et en Tripolitaine.

1. *Extrême-Sud tunisien.* — Contrairement à ce que l'on observe dans presque toute la Berbérie, le Trias de l'Extrême-Sud tunisien<sup>1</sup> vient en situation normale sous une série jurassique et crétacée ne présentant pas de lacunes dues à des étirements de couches. Ses strates sont mêmes presque *horizontales*.

La succession des assises y est la suivante<sup>2</sup> :

8. Gypse avec plaquettes de dolomie à *Corbula*, *Gervilia*, *Nucula*, *Aviculâ* (100 m.) ;

7. Argiles gypseuses rougeâtres avec lits gréseux ou calcaréo-dolomitiques (50 m.) ;

1. La première mention de ce terrain est due à LE MESLE (Mission géologique en novembre, décembre, janvier 1890-91, *Exploration scient. Tunisie*, 1899, p. 20.

2. A. JOLY. *C. R. Ac. Sc.*, CXLV, 1907, p. 143-146. — L. PERVINQUIÈRE. *B. S. G. F.*, 4, XII, 1912, p. 155-156.

6. Calcaires dolomitiques jaunâtres (90 m.) ;
5. Grès micacés rouges avec intercalations argilo-gypseuses (20 m.).
4. Calcaires dolomitiques jaunâtres (10 m.) à *Pterinea Goldfussi* STROMB., *Modiola cf. minuta* GOLDF., *M. cf. triquetra* SEEBACH, *Myacites (Anoplophora) cf. nuculoides* SCHLOT., *M. mactroides* SCHLOT., *Myophoria Goldfussi* v. ALB., *Lithodomus priscus* GIEBEL, etc.
3. Argiles gypseuses rougeâtres (20 m.) ;
2. Dolomies (40 m.) ;
1. Grès micacés rougeâtres avec lits argilo-gypseux (100 m.).

L'assise 1 paraît correspondre au Trias inférieur (Werfénien) et probablement aussi à une partie du Permien comme en a émis l'hypothèse A. JOLY<sup>1</sup>.

2, 3 et 4 seraient du Trias moyen (Virglorien et Ladinien) : l'horizon fossilifère 4, en particulier, daterait du Ladinien supérieur (Lettenkohle ou Muschelkalk supérieur).

5, 6, 7 et 8 pourraient être parallélisés avec le Trias supérieur (Carnien et Norien).

Cet ensemble offre tous les caractères du Trias à *facies germanique*.

Le Trias existe également sur la rive sud-orientale du chott el Fedjedj (île de Klikr, etc.) ; on y a trouvé *Myophoria lævigata* v. ALB. Plus à l'Est, vers la sebket el Hammam, il a fourni *Myacites cf. ventricosus* HAUPT. Dans ces régions, les argiles irisées gypso-salifères sont particulièrement bien développées.

Le même terrain est connu du djebel Hadifa<sup>2</sup> au Nord-Est du chott el Fedjedj, où il forme une montagne de sel (djebel Melah) signalée jadis par Péliissier<sup>3</sup>, Dru<sup>4</sup>, Pomel<sup>5</sup> et Thomas<sup>6</sup>.

**2. Tripolitaine.** — En Tripolitaine, le Trias a surtout été étudié dans le djebel Gharian, où une belle faune a été récemment signalée par M. Parona<sup>7</sup> au Sud d'Azizija. La succession des strates s'y présente dans l'ordre ci-après de haut en bas :

6. Calcaires à silex du kef Batous ;
5. Calcaires siliceux à *Dentalium undulatum* MÜNST., *Cælostylina Slotteri* KLIPST., *Cuspidaria alpis-civicæ* BITTN., *Myophoria vestita* v. ALB., *M. Wöhrmanni* BITTN., *Palæoneilo elliptica* GOLDF., *Leda percaudata* GÜMB., *Nucula strigillata* GOLDF., *Modiola Raibliana* BITTN., *M. Paronai* BITTN., *Avicula cortinensis* BITTN., *Cassianella decussata* MÜNST., *Plicatula filifera* BITTN., etc. ;

1. A. F. A. S., XXXVIII, 1909, p. 423-426.

2. GOURGUECHON. B. S. G. F., (4), VIII, 1908, p. 48. — PERVINQUIÈRE. *Id.*, p. 124. — ROUX. *Id.*, XI, 1911, p. 278. — VANNEY. *Carte géologique de la Tunisie*.

3. *Exploration scientifique de l'Algérie*, XVI, 1853, p. 354.

4. *Arch. Miss. Scient. Litt.*, 3, VII, 1881, p. 37.

5. *B. Ec. sup. Sc. Alger*, I, 1884, p. 65.

6. B. S. G. F., (3), XIX, 1891, p. 401.

7. *Atti Rend. Accad. Sc. Torino*, L, 1915, p. 17-20.

4. Calcaires lumachelles et marno-calcaires schisteux à *Natica gre-garia* SCH. ;

3. Grès et quartzites du kef Batous ;

2. Calcaires oolithiques et calcaires à silex d'Aziziia à *Teutloporella herculea* STORP., Crinoïdes, Brachiopodes, Entomostracés (*Bairdia*), petites formes de Lamellibranches et de Gastropodes ;

1. Grès quartziteux et calcaires jaunes d'Aziziia.

Les grès 1 pourraient comprendre le Trias inférieur et peut-être aussi une partie du Permien ; les assises 2 à 4 seraient du Trias moyen (Virglorien, Ladinien) ; les calcaires 5 et 6, du Trias supérieur (Carnien et Norien).

La faune de l'assise 5, en particulier, est comparable à celle du Tyrol méridional, des Alpes juliennes et de l'Apennin central.

Le Trias du Djebel Gharian est remarquable, dans son ensemble,

1° par son faciès et sa faune à caractère alpin ;

2° par l'allure tabulaire de ses strates.

Par son faciès et sa faune, il diffère du Trias germanique de l'Extrême-Sud tunisien.

Cependant dans toute la Berbérie, l'Andalousie septentrionale, le Portugal, le pays au Nord de la Meseta ibérique, les Pyrénées et la basse Provence, le Trias est franchement germanique, c'est-à-dire partiellement lagunaire ou continental.

Dans la Sardaigne sud-occidentale, l'Andalousie méridionale, les Baléares, les environs de Barcelone et la province de Tarragone, il participe à la fois des caractères du Trias germanique et du Trias alpin.

Dans la Sicile occidentale, la Calabre, les îles Ioniennes, le Péloponèse et le bord adriatique des Alpes Dinarides, il se rattache au type alpin de Hallstatt<sup>7</sup>, qui est franchement géosynclinal.

Dans l'Apennin, comme dans les chaînes du Nord des Dinarides et dans la partie orientale des Balkans, il offre le type du Dechstein<sup>1</sup>, qui indique une mer assez peu profonde. C'est avec ce faciès que le Trias tripolitain présente les plus grandes analogies.

La mer triasique de Lybie était peut-être séparée de celle de l'Extrême-Sud tunisien par une barrière continentale comparable à celle formée alors par les régions cristallines du Nord-Est de la Sardaigne et du Sud-Ouest de la Corse : là, en effet, se dressait, au Trias, une ride continentale isolant la mer à faune alpine du Nord-Est de la Corse, de la mer à faune germanique ou à

1. HAUG. Traité de géologie, 1909, p. 896-897.

faune mixte de la Provence et du Sud-Ouest de la Sardaigne <sup>1</sup>.

Cette barrière corso-sarde, qui n'était autre que la Tyrrhénide, n'atteignait certainement pas l'Italie méridionale et la Sicile, où la mer triasique était habitée par une faune alpine. Suivant M. Haug <sup>2</sup>, cette mer se serait avancée au Nord des côtes actuelles de la Tunisie et de l'Algérie. C'est par ce golfe occidental que les formes alpines ont dû pénétrer dans les régions à facies mixte de la Sardaigne, de l'Andalousie, des Baléares et de la Catalogne.

Les lambeaux de Trias du type de Hallstatt que l'on trouve au Nord-Ouest de la Sicile et en Calabre jalonnaient un géosynclinal symétrique de celui des îles Ioniennes, du Péloponèse et des Alpes Dinarides, par rapport aux terres alors émergées de l'Adriatide <sup>3</sup>.

Une auréole plus distante de l'Adriatide, en même temps que moins profonde, comprendrait l'Apennin, les Alpes calcaires méridionales, les Dinarides, l'Est des Balkans et la Tripolitaine (type du Dechstein).

Avant que le Trias moyen non plissé ait été découvert, en Lybie, ce système géologique n'avait été observé en couches horizontales que dans le Nord de l'Europe, à l'île des Ours et au Spitzberg <sup>4</sup>.

**3. Résumé.** — Les assises où M. Parona a trouvé des fossiles triasiques étaient auparavant rapportées au Crétacé <sup>5</sup>.

M. Bernet <sup>6</sup>, à qui l'on devait la plus récente étude géologique sur la Tripolitaine septentrionale, avait relevé une série de coupes. Il les avait réunies dans un tableau, où les parallélismes ont été établis d'après les altitudes relatives des couches. Or, ces coupes ne jalonnent point l'axe du bombement, mais sont situées sur un alignement oblique à cet axe. Chacune d'elles recoupe donc les couches à des altitudes différentes de celles observées dans les coupes voisines, fait dont M. Bernet n'a point tenu compte.

Le tableau publié par ce géologue doit donc être modifié comme suit; je l'ai complété par les données contenues dans la

1. TORŒQUIST. *Neues Jahrbuch. f. Mineral.*, XX, 1905, p. 466-507.

2. *Traité de géologie*, p. 889.

3. HAUG. *Traité de géologie*, p. 897.

4. HAUG. *Traité de géologie*, p. 898, 899, 912.

5. Voir notamment OVERWEG. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, III, 1851, p. 93-106. — BEYRICH. *Monatber. über die Verh. d. Ges. für Erdk. Berlin*, IX, 1852, p. 154 et *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, IV, 1852, p. 143-161. — VATONNE. *Mission de Ghadames*, 1863.

6. *B. S. G. F.*, (4), XII, 1912, p. 411.

ÉTAGES GÉOLOGIQUES	EXTRÊME-SUD TUNISIEN	DJEBEL		NEFOUSA			DJEBEL GHARIAN
		QUEZZAN	NALOUT	DJ. BEDERN	DJ. FASSATO	DJ. IFFREN	
TURONIEN	Calcaires (60 <sup>m</sup> ).	Calcaires (100 <sup>m</sup> ).	Calcaires (100 <sup>m</sup> ).	Calcaires (50 <sup>m</sup> ).	Calcaires (50 <sup>m</sup> ).	Calcaires (100 <sup>m</sup> ).	Calcaires (100 <sup>m</sup> ).
CÉNOMANIEN (avec extrême base du Turonien et sommet de l'Albien).	Grès, marnes vertes (55 <sup>m</sup> ).	Grès jaunes, gypses (50 <sup>m</sup> ). Grès durs, gypses (25 <sup>m</sup> ). Grès calcaires, gypses (25 <sup>m</sup> ).	Sables, grès, gypse (50 <sup>m</sup> ).	Gypse (60 <sup>m</sup> ).	Gypse (25 <sup>m</sup> ). Schistes rouges (10 <sup>m</sup> ). Gypse (15 <sup>m</sup> ).	Grès, marno-calcaires, gypses à faune des Plat. de Const. (50 <sup>m</sup> ).	Grès, marnes bigarrées, gypses à faune des Plateaux de Constantine (30 <sup>m</sup> ).
	Grès à dragées, Poissons, Reptiles (95 <sup>m</sup> ). Argiles bariolées (8 <sup>m</sup> ). Grès à <i>Exogira flabellata</i> (10 <sup>m</sup> ). Calcaires gréseux à Poissons (1 <sup>m</sup> ). Grès verts (8 <sup>m</sup> ). Grès et calcaires ferrugineux (10 <sup>m</sup> ). Argiles vertes (20 <sup>m</sup> ).	Grès rouges (50 <sup>m</sup> ). Marnes bariolées (25 <sup>m</sup> ).	Argiles, grès rouges (50 <sup>m</sup> ). Gypse (50 <sup>m</sup> ). Grès rouges (25 <sup>m</sup> ). Gypse (25 <sup>m</sup> ).	Grès blancs (35 <sup>m</sup> ). Calcaires, marnes (30 <sup>m</sup> ). Calcaires gréseux (25 <sup>m</sup> ).	Grès gris (25 <sup>m</sup> ). Gypse (25 <sup>m</sup> ). Grès (25 <sup>m</sup> ). Schistes rouges (130 <sup>m</sup> ).	Calcaires dolomitiques (50 <sup>m</sup> ). Grès bigarré, argiles, gypse (100 <sup>m</sup> ).	Calcaires dolomitiques à <i>Monopleura</i> , <i>Corbicula striatula</i> (30 <sup>m</sup> ). Grès bigarré à <i>Avicula</i> , marnes (90 <sup>m</sup> ).
KIMÉRIDGIEN SÉQUANIEN RAURACIEN OXFORDIEN CALLOVIEN BATHONIEN	Grès, sables gypseux, marnes, calcaires dolomitiques à <i>Monodiadema Cotteauti</i> , calcaires sableux (200).		Grès calcaires (50 <sup>m</sup> ).	Grès quartzeux à Lamellibranches (25 <sup>m</sup> ). Grès friables à Lamellibranches (25 <sup>m</sup> ). Grès quartzeux (40 <sup>m</sup> ). Calcaires, grès (25 <sup>m</sup> ).	Grès jaunes (25 <sup>m</sup> ). Gypses (100 <sup>m</sup> ).	Calcaires.	Calcaires, marno-calcaires.
RHETIEN (ou Lias).	Calcaires dolomitiques à <i>Acrosalenia</i> (50 <sup>m</sup> ).						
NORIEN CARNIEN	Gypses, dolomie à <i>Gervilia</i> (100 <sup>m</sup> ). Argiles gypseuses rouges (50 <sup>m</sup> ). Calcaires dolomitiques (90 <sup>m</sup> ). Grès micacés rouges (20 <sup>m</sup> ).						Calcaires à silex. Calcaires siliceux à <i>Dentalium undulatum</i> .
LADINIEN VIRGLORIEN	Calcaires dolomitiques à <i>Myophoria Goldfussi</i> (10 <sup>m</sup> ). Argiles gypseuses rouges (10 <sup>m</sup> ). Dolomies (40 <sup>m</sup> ).						Calcaires à <i>Natica gregaria</i> . Grès, quartzites. Calcaires à <i>Tentoporella herculea</i> .
WERFÉNIEN PERMIEN (?)	Grès micacés rouges (100 <sup>m</sup> ).						Grès quartziteux, calcaires.
CARBONIFÈRE (?)				Gypse et charbon de Diouche (25 <sup>m</sup> ).	Grès et charbon de Chekchout (10 <sup>m</sup> ).		



note de M. Parona et dans les travaux sur l'Extrême-Sud tunisien de H. Jourdy <sup>1</sup>, A. Joly <sup>2</sup>, L. Pervinquier <sup>3</sup>.

Le charbon du djebel Fassato, que M. Bernet <sup>4</sup> a vu à 3 km. au Nord de la montagne, près du village de Chekchouk et qu'il qualifie de lignite pyriteux, était mélangé de marnes argileuses avec nombreux débris de Fougères à faciès paléozoïque. Le même explorateur a aussi vu du charbon au Nord de Kikela, entre les djebels Gharian et Iffren et à Diouche, à 10 km. au Nord du djebel Bedern. On peut présumer que ce combustible minéral est peut-être d'âge carbonifère.

Les assises où il est intercalé ne semblent affleurer, ni dans le djebel Gharian, ni dans l'Extrême-Sud tunisien. Elles viendraient au jour, dans les dj. Fassato et Bedern <sup>5</sup>, sur le prolongement du massif ancien qui a pu former barrière entre la mer triasique alpine du Gharian et la mer triasique germanique de Tunisie.

Dans les djebels Fassato et Bedern, le Jurassique pourrait être ainsi transgressif sur le Carbonifère. Si étonnante que puisse paraître cette observation au premier abord, il faut se rappeler cependant qu'en Tunisie le Jurassique, comme je l'ai constaté après mes devanciers, vient par endroits directement sur des grès que A. Joly <sup>6</sup> a classés dans le Permien et qui certainement ne peuvent être postérieurs au Werfénien : le contact des deux terrains peut, d'ailleurs, être suivi aux environs de Médenine, depuis le djebel Tadjera et le voisinage de Toudjane, jusqu'à l'oued el Kheil, soit sur une distance de plus de 35 km.

Le Carbonifère, formé de strates horizontales, est, d'ailleurs, bien développé au Sud de la Tripolitaine, dans le Sahara central : le Moscovien, en particulier, y est largement transgressif, comme sur toutes les aires continentales. Aussi, dans son « Essai de carte paléogéographique à l'époque anthracolithique », M. Haug <sup>7</sup> a-t-il incorporé à la même zone isopique le Sahara central, l'Est de l'Algérie, la Tunisie, la Tripolitaine et l'Égypte, d'une part, l'île des Ours et le Spitzberg, d'autre part. L'analogie qui existe entre le Carbonifère de ces diverses régions vient compléter celle reconnue entre le Trias de ces mêmes contrées.

1. *B. S. G. F.*, (4), VIII, 1908, p. 144-181. — V. aussi R. DOUVILLÉ et H. JOURDY. *Id.*, 4, V, 1905, p. 567-568.

2. *B. S. Géogr. Alger*, XIII, 1908, p. 292.

3. *Rev. géogr.*, III, 1909, p. 402-406 ; — *B. S. G. F.*, 4, XII, 1912, p. 152-155 (et aussi 4, V, 1905, p. 568 ; VI, 1906, p. 192-194 ; VIII, 1908, p. 154).

4. *B. S. G. F.*, (4), XII, 1912, p. 396-7.

5. Peut-être aussi dans le djebel Iffren, au Nord de Holed Ali (Riana), d'après des renseignements qui m'ont été fournis par des Indigènes.

6. *A. F. A. S.*, XXXVIII, Lille, 1909, p. 423-426.

7. *Traité de Géologie*, p. 817 ; v. aussi p. 816, 836.

Le Jurassique et le Crétacé affleurent sur le rebord des grandes tables calcaires qui entourent la Petite Syrte, mais à une certaine distance du littoral. Je n'ai pas fait d'observations nouvelles sur la constitution de ces terrains ; je les laisserai donc de côté dans cette note, comme le Nummulitique, qui ne se rencontre pas au delà des chotts.

B. NÉOGÈNE. — Le Néogène occupe de vastes surfaces dans le Sud de la Tunisie. Les facies marins y prédominent au voisinage de la côte et les facies continentaux à l'intérieur du pays.

1. *Régions littorales.* — Le long du littoral, entre Sousse et Monastir, la base de la série néogène est constituée par du Miocène marin, comprenant une épaisse série d'argiles à lignite et de grès sableux, où MM. Aubert<sup>1</sup>, Flick et Pervinquier<sup>2</sup> ont signalé *Ostrea crassissima* LAMK. et *Turritella subangulata* BROCCHI. Il faut voir là sans doute comme dans les argiles à lignite et les grès à *Ostrea crassissima* du cap Bon, l'équivalent de l'étage tortonien d'Europe.

En discordance sur ces formations, reposent, à l'Est de Monastir, d'autres grès, avec intercalations marneuses ou calcaires à *Terebratula ampulla* BROCCHI, *Æquipecten scabrellus* LAMK., *Flabellipecten flabelliformis* BROCCHI ; MM. Flick et Pervinquier<sup>3</sup> les ont rapportés au Plaisancien.

Cette seconde série gréseuse a été affectée par les mouvements tectoniques alpins et n'est, par suite, pas restée horizontale<sup>4</sup>. Elle se différencie ainsi des dépôts très fossilifères du Plaisancien du cap Bon<sup>5</sup> qui sont demeurés sensiblement horizontaux<sup>6</sup>. Aussi l'attribuerai-je plus volontiers au Sahélien, comme l'a proposé Pomel<sup>7</sup>.

C'est également au Sahélien que je serai tenté de rapporter les calcaires à Pétoncles et les argiles à Huîtres de la ride de Krnis qui reposent sur le Tortonien et ne sont pas non plus restés horizontaux<sup>8</sup>.

1. *Explication de la Carte géologique provisoire de la Tunisie*, p. 60.

2. *B. S. G. F.*, (4), IV, 1904, p. 196.

3. *Loc. cit.*, p. 198.

4. POMEL. *B. Ec. sup. Sc. Alger*, I, 1884, p. 95 ; DE LAMOTHE. *B. S. G. F.*, 4, V, 1905, pl. XXI.

5. ALLEMAND-MARTIN. *C. R. Ac. Sc.*, CXLIX, 1909, p. 489-491.

6. Comme M. Gentil et moi l'avons constaté après Pomel (*loc. cit.*, p. 23, 24, fig.) et Aubert (*loc. cit.*, p. 72, fig. 11).

7. *B. Ec. sup. Sc. Alger*, I, 1884, p. 95.

8. POMEL. *Loc. cit.*, p. 91-92, fig.

Sur ces calcaires et ces argiles vient en discordance un niveau marneux qui forme le sous-sol des sebkhas de Sousse, Monastir et Moknin. Ce terrain, que je classerai dans le Plaisancien,affleure, en couches horizontales, dans le mamelon d'Hamмам Sousse (cote 13), où Aubert <sup>1</sup> a trouvé le *Flexopecten polymorphus* BRN.

Plus au Nord, les mamelons qui dominent Sidi el Kantaoui s'élèvent jusqu'à la cote 92. On y observe, au-dessus du Plaisancien, des grès grossiers et des grès fins à débris d'Huîtres, que surmontent des sables encroûtés de calcaires. Je pense qu'ils datent de l'Astien.

Au Sud de Sousse, on retrouve l'Astien représenté par les sables rouges du sous-sol de tout le plateau d'El Djem ; à leur partie supérieure ces sables passent à une carapace calcaire plus ou moins gypseuse.

Ainsi dans le Sahel du Sud-Est tunisien, comme sur les Hauts Plateaux et dans le Sahara algérien <sup>2</sup>, la carapace calcaire des hamadas daterait du Pliocène ancien.

Dans l'Extrême-Sud tunisien, à Houmt Souk (île de Djerba) et à Zarzis, des forages ont recoupé 70 à 100 m. de grès et de sables alternant avec des argiles ; ils ont atteint ensuite des argiles bleues et des sables à *Amussium cristatum* BRN. M. Aubert <sup>3</sup> voyait dans les argiles, du Sahélien ou du Pliocène, et dans les grès, des dépôts de la fin du Pliocène ou du commencement du Quaternaire. A. Joly <sup>4</sup> considérait l'ensemble comme datant du Pliocène récent. M. Russo <sup>5</sup> se demande s'ils ne seraient pas néo-crétacés (!). Comme ils ne sont pas restés horizontaux, dans les coteaux de Zarzis et de Ben Gardane, je les classerai plutôt dans le Sahélien.

**2. Région de Gafsa.** — Le Néogène marin, bien développé dans la zone littorale de la Petite Syrte, de Sousse à Zarzis, ne joue qu'un rôle accessoire dans les plaines de l'intérieur de la Régence. Par contre le Néogène continental y acquiert une grande épaisseur ; il a été bien étudié par MM. H. Roux et H. Douvillé <sup>6</sup> dans la région de Gafsa, où il présente la succession de strates ci-après de haut en bas :

1. *Loc. cit.*, p. 73.

2. FLAMAND. Recherches géologiques et géographiques sur le Haut pays de l'Oranie et sur le Sahara (Algérie et Territoires du Sud). *Thèse Fac. Sc. Lyon*, 1911, p. 695.

3. *Loc. cit.*, p. 73, 75, 76.

4. *B. S. Géogr. Alger*, 1908, p. 18-19 du tirage à part.

5. *B. S. H. N. Afrique du Nord*, V, 913, p. 184, n° I.

6. *B. S. G. F.*, (4), X, 1910, p. 648-659.

8. Argiles rouges avec gros galets.....	200 m.
7. Bancs de grès et de sables grossiers.....	200
6. Argiles rouges à <i>Helix Tissoti</i> BAYAN (Metlaoui, Tamerza, Négrine).....	200
5. Argiles rouges à <i>Ostrea gingensis</i> (Henchir Souatir)....	200
4. Marnes vertes à <i>Ostrea gingensis</i> (Henchir Souatir, Gafsa, Feriana).....	200
3. Sables et grès blancs.....	150
2. Sables jaunes avec grès à <i>Merycopotamus cf. dissimilis</i> FALC. et CAUTL. <sup>1</sup> (Tozeur).....	150
1. Conglomérat quartzeux.....	150

MM. H. Roux et H. Douvillé<sup>2</sup> ont considéré les assises à *Merycopotamus* et à *Helix Tissoti* comme remontant au Pontien et les argiles qui leur sont superposées comme datant du Pliocène.

Ils se sont basés sur ce fait que les couches à *Ostrea gingensis* intercalées dans la région de Gafsa entre le niveau à *Merycopotamus* et le niveau à *Helix Tissoti* sont le prolongement des formations à *Ostrea crassissima* du Cherichira (Ouest de Kairouan).

Or, suivant Pervinquière<sup>3</sup>, l'on aurait au Cherichira la succession ci-après de haut en bas :

5. Limons à <i>Helix Desoudini</i> CROSSE. Discordance.	
4. Grès à <i>Mastodon angustidens</i> CUVIER <sup>4</sup> .....	100 m.
3. Argiles à <i>Ostrea crassissima</i> LAMK. et <i>O. gingensis</i> <sup>5</sup> ..	20-30
2. Grès à <i>Pecten Fuschi</i> FONT. et <i>Æquipecten Gentoni</i> FONT.....	} 90-100
1. Grès à <i>Pecten convexior</i> ALMERA et BOFILL.....	

Ici, comme en Algérie<sup>6</sup>, la série gréseuse dite *cartennienne* doit être répartie entre le Burdigalien (assise 1) et l'Helvétien ou Vindobonien inférieur (assise 2).

Ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le montrer pour diverses régions de la Berbérie, les dépôts à *Ostrea crassissima* de Tunisie datent du Tortonien ou Vindobonien supérieur qui comprend au Cherichira les assises 3 et 4, comme l'a admis Pervinquière.

Ce géologue attribuait les limons 5 au Pliocène. A la suite de la note de MM. H. Roux et H. Douvillé, il en a fait du Pontien<sup>7</sup>.

1. BOULE. *B. S. G. F.*, (4), X, 1910, p. 312-313 (découverte du Dr Gobert).

2. *B. S. G. F.*, 4, X, 1910, p. 659.

3. Etude géologique de la Tunisie centrale. *Thèse Fac. Sc. Paris*, 1903, p. 211, 216, 226.

4. GAUDRY. *Mém. S. G. F., Paléont.*, II, n° 8, 1891.

5. *Explication de la Carte géologique provisoire de la Tunisie*, p. 61.

6. L. JOLEAUD. *B. S. G. F.*, (4), VIII, 1908, p. 284 ; Etude géologique de la chaîne Numidique et des monts de Constantine, *Thèse Fac. Sc. Paris*, 1912, p. 234 et suiv.

7. *B. S. G. F.*, (4), X, 1910, p. 660.

Puisque les marnes à *Ostrea gingensis* de la région de Gafsa sont le prolongement des argiles à *Ostrea crassissima* du Cheri-chira, elles doivent, les unes comme les autres, être tortoniennes.

C'est au Tortonien qu'il faudrait donc rapporter aussi les sables à *Merycopotamus cf. dissimilis* et *Crocodilus sivalensis* ou *palæindicus*.

M. Haug<sup>1</sup> s'exprime en ces termes à propos de cette formation : « *Merycopotamus dissimilis* se trouve aussi bien dans les couches des Siwaliks inférieures (Néogène moyen, peut-être Vindobonien) que dans les couches supérieures (Néogène supérieur, peut-être même Quaternaire) et *Crocodilus palæindicus* se rencontre, dans l'Inde occidentale, à un niveau caractérisé par la présence de *Mastodon angustidens*, qui est certainement plus ancien que le Pontien. »

Je crois pouvoir conclure de cet ensemble d'observations stratigraphiques et paléontologiques que les sables à *Merycopotamus* datent, non du Pontien, comme le pensaient MM. H. Roux et H. Douvillé, mais du Vindobonien, ou, plus exactement, du Tortonien.

Les assises à *Helix Tissoti*, qui sont superposées aux argiles à Huîtres tortoniennes, correspondraient à la base du Pontien ; cet étage comprendrait également les grès et argiles rouges du sommet de la série de Gafsa qui ont été également affectés par les mouvements orogéniques antépliocènes.

Cette classification concorde exactement avec celle que j'ai donnée dans ma thèse de la série miocène de Constantine.

L'*Helix Tissoti* BAYAN, est, en effet, très voisine de l'*H. Semperi* CROSSE des argiles du Polygone de Constantine, mais de plus grande taille : elle est donc vraisemblablement plus jeune et daterait du Pontien, tandis que l'*H. Semperi* remonterait au Tortonien.

Tandis que MM. H. Roux et H. Douvillé<sup>2</sup> rapportent toute la série lagunaire de Constantine au Pontien, j'ai, dans mes travaux sur la géologie de cette région, réparti les différents termes du Miocène continental entre le Tortonien et le Pontien, en me basant sur de nombreuses observations stratigraphiques et paléontologiques. J'arrive aujourd'hui à la même conclusion pour les formations synchroniques de Gafsa qui avaient été aussi attribuées toutes au Pontien par MM. H. Roux et H. Douvillé.

Ainsi, dans le Sud tunisien comme en Numidie, les assises

1. Traité de Géologie, p. 1726.

2. B. S. G. F., (4), X, 1910, p. 659.

laguno-lacustres à *Hélices dentées* et les argiles à *Huitres tortoniennes* sont intimement liées stratigraphiquement<sup>1</sup>. L'on ne saurait par conséquent revenir, comme le propose M. Dalloni<sup>2</sup>, aux anciens errements et voir, dans ces formations à *Hélices dentées*, un équivalent de l'Oligocène d'Europe. Il faut les considérer comme tortoniennes et pontiennes, c'est-à-dire leur donner à peu près l'âge pressenti par Philippe Thomas, qui en faisait du Mio-pliocène.

La mer tortonienne s'est d'ailleurs avancée assez loin dans la Berbérie intérieure et son ingression a été suivie de l'établissement de vastes lagunes comparables, dans une certaine mesure, aux chotts et sebkhas actuels.

**3. Région des chotts.** — Dans les zones où la mer miocène ne semble pas avoir pénétré, la phase orogénique principale des plissements de l'Atlas, qui date du Vindobonien, a eu une répercussion suffisante sur l'accentuation du relief pour déterminer, au Tortonien, une période d'ablation et de sédimentation fluviale intense. Celle-ci a précédé de peu l'établissement du régime lagunaire pontien.

Aussi voit-on se développer, par exemple dans le seuil de Gabès, qui s'élève à la cote 48 entre la mer et la dépression des chotts tunisiens, une série sédimentaire fluvio-lagunaire, de 35 m. d'épaisseur, comprenant de haut en bas, au-dessus du Crétacé :

3. Sables gypseux ;
2. Argiles gypso-salifères alternant avec des sables ;
1. Poudingues rouges.

L'assise 2 constitue, à l'Ouest du seuil, une partie du sous-sol des chotts actuels, où l'assise 3 a plus ou moins complètement disparu par dénudation.

La surface même du sol des chotts est formée par les sables à *Cardium edule* du Pliocène ancien, que recouvre, dans les régions basses, la vase salifère quaternaire.

Entre les chotts Djerid et Rharsa, s'élève le seuil de Tozeur-Nefta qui domine de 100 m. au minimum le fond du chott Rharsa. Il est constitué, comme le seuil de Gabès, par des dépôts fluvio-lagunaires tortoniens et pontiens recouvrant du Crétacé.

1. Ce fait avait déjà frappé AUBERT (*loc. cit.*, p. 69) ; bien que ce géologue ait attribué les formations laguno-lacustres (dites d'eau douce) au Pliocène, il y cite néanmoins *Ostrea crassissima* au djebel Mrilah, à Feriana et au djebel Krechem Artsouna.

2. *B. S. G. F.*, (4), XVI, 1916, p. 117 et suiv. *Contra* L. JOLBAUD. *C. R. S. G. F.*, 1918, p. 54.

Le creusement de la cuvette des chotts aurait donc commencé dès le Tortonien et sa division en une série de bassins fermés séparés les uns des autres par des seuils remonterait semble-t-il à la fin du Pontien ou au début du Pliocène <sup>1</sup>.

4. *Résumé.* — J'ai groupé dans le tableau ci-après la série des terrains néogènes des diverses régions du Sud tunisien :

ÉTAGES GÉOLOGIQUES	RÉGION DE SOUSSE-MONASTIR	RÉGION DE CHERICHIRA	RÉGION DE GAUSA	RÉGION DES CHOTTS
ASTIEN	Grès de Sidi-el-Kantaoui à débris d'Huitres ; sables rouges et carapace gypso-calcaire du plateau d'El Djem.			Carapace gypso-calcaire, sables et marnes gypso-salifères à <i>Cardium edule</i> .
PLAISANCIEN	Marnes de Soussse à <i>Flexopecten polymorphus</i> .			
SAHÉLIEN-PONTIEN	Grès de Monastir à <i>Terebratula ampulla</i> ; calcaires de Krnis à Pétoncles.	Limons à <i>Helix Desoudini</i> .	Argiles rouges. Grès et sables. Argiles à <i>Helix Tissoti</i> .	Sables gypseux. Argiles gypso-salifères à <i>Helix subsemperi</i> .
TORTONIEN	Argiles à lignites de Monastir à <i>Ostrea crassissima</i> .	Grès à <i>Mastotodon angustidens</i> . Grès à <i>Ostrea crassissima</i> et <i>O. gingensis</i> .	Argiles à <i>Ostrea gingensis</i> . Marnes à <i>Ostrea gingensis</i> . Sables et grès. Sables à <i>Merycopotamus cf. dissimilis</i> . Conglomérats quartzeux.	Poudingue rouge.
HELVÉTIEN		Grès à <i>Pecten Fuschi</i> .		
BURDIGALIEN		Grès à <i>Pecten convexior</i> .		

1. On retrouve le Tortonien et le Pontien, toujours sous le même faciès, dans la région du chott Melrir, à Nza ben Rezig, au Kef ed Dohr. L'ensemble, formé de strates non horizontales (G. ROLLAND), comprend des argiles à gypse lagunaire encadrées entre deux séries fluviales de poudingues, sables et grès rouges. L'ensemble figure encore comme Quaternaire ancien sur la 3<sup>e</sup> édition de la Carte géologique générale de l'Algérie. Depuis longtemps cependant G. ROLLAND y a signalé, à Mraier, des Hélices dentées comparables à celle de Constantine (*Helix semperiana* CROSSE var. *subsempariana* P. THOMAS).

C. QUATERNAIRE. — Le Quaternaire occupe, d'après les cartes géologiques de la Régence, des surfaces considérables dans le Sahel sud-tunisien ; mais une bonne partie des formations qui lui ont été attribuées sont en réalité pontiennes ou pliocènes, comme je viens de le montrer. Les formations marines sont strictement localisées le long de la côte, tandis qu'à l'intérieur se développent les dépôts continentaux.

1. *Régions littorales.* — Le Quaternaire marin de Monastir est bien connu grâce aux travaux de Pomel<sup>1</sup>, de MM. Flick et Per-  
vinière<sup>2</sup> et enfin de M. le général de Lamothe<sup>3</sup>. Ce dernier géologue y a reconnu deux plages à *Strombus bubonius* LAMK., l'une, située à l'altitude de 30-32 m., qui remonte vraisemblablement au Pléistocène ancien, l'autre, située à 15-20 m., qui doit dater du Pléistocène récent. Celle-ci se retrouve au Nord de Sousse<sup>4</sup>, entre Monastir et Mehdiâ, aux îles Kuriat et Kerkenna<sup>5</sup>, à Salakta, à Sfax<sup>6</sup>, à Houmt Souk (Djerba) et à Zarzis<sup>7</sup>.

Au Sud-Est de Zarzis, le Quaternaire occupe des zones déprimées creusées dans le Néogène continental parallèlement au rivage actuel : il comprend les argiles et les gypses des berges des sebkhas el Melah, Bou Djemel et Adhibate comme aussi celles de la bahiret el Biban. Celle-ci n'est, d'ailleurs, qu'une sebkha récemment envahie par les eaux marines.

Les gypses des talus qui entourent les sebkhas el Melah, Bou Djemel, etc. s'élèvent à l'altitude de 10 m. Ils sont sans doute synchroniques des couches à Strombes de Zarzis. Alors, comme aujourd'hui, une communication intermittente devait exister entre la Méditerranée et la lagune. Ce stade du régime des chotts de l'Extrême-Sud tunisien est sans doute antérieur à l'affaissement qui a permis à la mer d'occuper le bahiret el Biban et l'ancienne sebkha de Bou Grara.

Après le soulèvement qui a porté ces gypses à la cote 10 et avant l'affaissement qui a déterminé la venue des eaux marines dans le bahiret el Biban, s'est produit une phase de creusement,

1. B. Ec. sup. Sc. Alger, I, 1884, p. 24-29, 32 et suiv.

2. B. S. G. F., (4), IV, 1904, p. 198-205.

3. B. S. G. F., (4), V, 1905, p. 537, pl. xxxi.

4. OVERWEG. Zeitschr. geol. Ges., III, 1851, p. 103.

5. DOUMET-ADAMSON. Rapport sur une mission botanique exécutée en 1894 dans la région saharienne, au Nord des grands chotts et dans les îles de la côte orientale de la Tunisie, 1884, p. 7, 14, 104.

6. BEDÉ. Bull. Mus. H. N. Paris, 1903, p. 422-425 ; FLICK et PERVINIÈRE. Loc. cit., p. 202-205.

7. AUBERT. Explication de la Carte géologique provisoire de la Tunisie, p. 84. Bull. Soc. géol. de Fr., (4), XVIII. — 13.

4 octobre 1919.



suivie de l'accumulation de cailloux roulés à l'extrémité sud-occidentale de la sebkha Bou Djemel et vers Ben Gardane. Les dépôts fluviatiles ainsi formés jalonnent d'anciens thalwegs de l'oued Fessi et du Kraoui el Hania, dont les sebkhas Bou Djemel et El Melah, pour le premier, l'ancien lac de Ben Gardane et le bahiret el Biban, pour le second, représentent les basses vallées envahies par des lagunes saumâtres ou marines.

**2. Région de Gafsa.** — M. H. Roux <sup>1</sup> a constaté que les oueds de la région de Gafsa entaillent des cailloux à silex taillés du type *chelléen*, dans les terrasses qui dominant de 20 à 30 m. les thalwegs actuels (Chebika, Ain Krika au Nord de Tamerza).

Ces cailloutis ont subi un soulèvement :

- 1° A Sidi Bou Diaf, au Nord du Mrata-Bou-Dinar ;
- 2° Au débouché de Zoubia, au Sud du pli du Bliji ;
- 3° A la colline du bordj des eaux et forêts de Gafsa, au Sud du Bou Younes <sup>2</sup>.

Là terrasse de 20 à 30 m. de la région de Gafsa pourrait être l'équivalent des alluvions de 18-25 m. des vallées du Sahara algérien <sup>3</sup> ; elle semble dater du Pléistocène ancien.

La terrasse plus élevée (alluvions de 40-45 m.), que M. Flamand a indiquée dans le Sahara, remonterait aussi au Pléistocène ancien, mais au début de cette période.

Quant aux alluvions de 12 m., signalées par M. Flamand, elles correspondraient au Pléistocène récent.

**3. Région des chotts.** — La plaine de l'oued Akarite, près de Gabès, a été occupée, au Pléistocène, comme l'a indiqué A. Joly <sup>4</sup>, par une lagune saumâtre à *Cardium edule* (de petite taille et à test mince), *Melania tuberculata*, *Melanopsis maroccana*, etc. Des silex grossièrement taillés se rencontrent, associés aux coquilles de ces mollusques, dans des argiles sableuses à gypse.

Plus tard, probablement au Néopléistocène, le fond de la dépression de l'oued Akarite est devenu une vallée, la lagune ayant été sans doute vidée, à la suite d'un exhaussement du sol.

1. B. S. G. F. (4), XI, 1911, p. 266.

2. COLLIGNON. *Mat. hist. primit. homme*, XXI, 1887, p. 173-180. — COUILLAUD. *L'Anthropologie*, V, 1894, p. 531-3. — BOUDY. *Bull. archéol. Comité trav. hist. scient.*, juillet 1905. — CAHITAN et BOUDY. *A. F. A. S.*, Lyon, 1906, II, p. 725-6. — SCHWEIFURTH. *Zeitschrift für Ethnologie*, 1907, I-II. — EYBERT. *Bull. Soc. Archéol. Sousse*, 1906, n° 8. — KOKEN. *N. Jahrb. f. Mineralog. Geolog. und Paläontolog.*, 1909. — DE MORGAN, CAPITAN et BOUDY. *Rev. Ec. Anthrop.*, XX, 1910, p. 216 et suiv., fig. 52-53. — DE MORGAN. *Les premières civilisations*, p. 113 ; *Rev. Anthrop.*, XXI, 1911, p. 218-9.

3. FLAMAND. *Loc. cit.*, p. 709.

4. *A.F.A.S.*, XXXVIII, Lille, 1909, p. 426-429.

4. *Résumé.* — La succession des phénomènes quaternaires dans le Sud tunisien semble avoir été la suivante :

ETAGES GÉOLOGIQUES	MOUVEMENTS DU SOL	PHÉNOMÈNES D'ABLATION ET DE SÉDIMENTATION
PLÉISTOCÈNE	ANCIEN	<i>Phase d'affaissement</i> Formation de la plage à <i>Strombus bubonius</i> de Monastir (niveau de 30-32 m.). — Formation de la terrasse de 20-30 m. de la région de Gafsa (Industrie du <i>Chelléen</i> ).
	MOYEN	<i>Phase de soulèvement</i> Creusement de la zone déprimée sebkha-el-Melah-bahiret-el-Biban et de celle de Gabès.
	RÉCENT	<i>Phase d'affaissement</i> Etablissement de lagunes saumâtres dans la zone déprimée sebkha-el-Melah-bahiret-el-Biban et dans celle de Gabès. — Formation des plages à <i>Strombus bubonius</i> de Monastir à Zarzis (niveau de 10-20 m.).
NÉOPLÉISTOCÈNE	ANCIEN	<i>Phase de soulèvement</i> Creusement des anciens thalwegs inférieurs de l'oued Fessi et du kraoui el Hania dans la zone déprimée sebkha-el-Melah-bahiret-el-Biban. — Creusement de la vallée de l'oued Akarite (Gabès).
	RÉCENT	<i>Phase d'affaissement</i> Envahissement par les eaux marines et le bahiret-el-Biban.

Comme je l'ai montré dans ma thèse<sup>1</sup>, les mouvements tectoniques qui ont affecté au Quaternaire, l'Afrique du Nord, ne semblent pas avoir eu la même répercussion en surface, dans l'Atlas et au Sahara. En effet, au moment où sur le littoral barbaresque se sont formées les plages que l'on voit aujourd'hui vers les cotes 100 et 150, c'est-à-dire au Postpliocène ou Sicilien, la mer n'a pas envahi les dépressions des chotts tunisiens et constantinois. Pourtant aujourd'hui le seuil qui sépare ces dépressions de la Méditerranée n'excède pas 50 mètres.

Tandis que, dans la région des plissements de l'Atlas, les alternatives de soulèvement et d'affaissement ont eu pour résultat final une surrection de 200 m. de l'ensemble du pays, sur le bord nord du bouclier saharien, semble s'être produit une déformation

1. L. JOLBAUD. Etude géologique de la chaîne Numidique et des monts de Constantine (Algérie). *Thèse Fac. Sc. Paris*, 1912, p. 323; v. aussi *Bull. Soc. Linn. Provence*, I, 1912, p. 232.

de la surface du sol qui a soustrait à l'invasion marine la cuvette des chotts. C'est cette déformation qui seule peut expliquer la non horizontalité des terrasses pléistocènes de la région de Gafsa.

En somme, on retrouverait en Afrique, au Quaternaire, la même différence d'allure tectonique, que l'on a constatée en Europe ou en Amérique. D'une part, les aires d'ancienne consolidation, bouclier fino-scandinave, bouclier canadien, bouclier saharien, auraient vu leur surface plus ou moins complètement modifiée par des bombements ou des affaissements locaux. D'autre part, certaines zones de plissements alpins, côtes des Alpes-Maritimes et d'Algérie, vallée du Rhône, de l'Isser, du Roumel, de la Seybouse, auraient subi, dans leur ensemble, des mouvements d'une amplitude sensiblement égale, comme paraissent le démontrer les belles études du général de Lamothe<sup>1</sup>.

### III. TECTONIQUE.

Les régions envisagées dans cette note correspondent à toute la partie de la Tunisie méridionale et orientale, qui ne participe pas au régime tectonique de l'Atlas. Les unes et les autres sont caractérisées par leur architecture tabulaire. On peut y reconnaître, néanmoins, la trace de vastes bombements anticlinaux, bombements des Ouerguema, bombement du Djerid, bombement d'El Djem, et de grandes cuvettes synclinales, cuvette du Nefzaoua, cuvette de la Petite Syrte.

1. *Ouerguema*. — Les reliefs et les dépressions des Ouerguema paraissent situés sur l'emplacement d'un vaste bombement où les grès rouges micacés du Permien et du Trias inférieur sont inclinés très légèrement (1 à 3°) vers le NNO (djebel Tadjera), vers le Nord-Ouest (Mednine), le Sud-Ouest (djebel Rgigila), le Sud (djebel Rehache) ou le Sud-Est (djebel Sidi Toui, etc.).

Ces inflexions de strates indiquent évidemment des plongements périphériques du bombement. Mais je ne crois pas qu'il faille en conclure, avec Pervinquièrè<sup>2</sup> et A. Joly<sup>3</sup>, à l'existence d'un axe tectonique orienté NNO-SSE, se dirigeant du Tadjera vers le Sidi Toui.

Je suis tenté au contraire d'y voir la limite sud-occidentale d'un bombement elliptique, à la périphérie duquel se dresserait

1. *Mém. S. G. F.*, 4, I, 6, 1911.

2. *Rev. Géogr.*, III, 1909, p. 414; *B. S. G. F.*, 4, XII, 1912, p. 186.

3. *B. S. Géogr. Alger*, 1908, p. 20 du tirage à part.

la falaise crétacée qui, sur le bord de la plaine de la Jeffara, part de Gabès, et se dirige par Douiret, Dehibat, Ouezzan, Nalout, vers les djebels Nefouza, Iffren et Gharian, pour aboutir au djebel Msalta, à l'Ouest de Lebda, en Tripolitaine.

Le grand axe de l'ellipse serait en réalité sensiblement WSW-ENE et passerait à mi-distance entre Gabès et Nalout, au Nord du djebel Rgigila.

Le petit axe, à peine moins long que le grand axe, se trouverait à peu près également éloigné d'Ouezzan et de Lebda, c'est-à-dire vers les djebels Betern, Fassato et Iffren.

Ainsi les djebels Rehache d'une part, Betern, Fassato et Iffren d'autre part, circonscraient une auréole interne du bombement, vraisemblablement l'auréole permo-carbonifère.

De Sidi Toui au Rgigila, le Trias est subordonné au Lias. Vers Medenine, dans le djebel Tadjera, le Trias inférieur ou le Permien vient directement sous l'Oolithique.

2. *Djerid*. — Plus au Nord, au delà des chotts Fedjedj et Djerid, dans le Cherb, les djebels Fedjedj et Oum el Oguel (Hadifa) font apparaître le Trias directement au contact du Cénomaniens inférieur à *Enallaster Tissoti*. Il doit en être de même au Sud des chotts, dans les derniers contreforts du Tebaga, qui forment, dans le lac salé, l'île du Klikr; là, sur des argiles irisées gypso-salifères, très probablement triasiques, repose également le Cénomaniens.

Le Cherb et le Tebaga ne me paraissent d'ailleurs pas être de simples anticlinaux allongés de l'Ouest à l'Est, comme l'a admis Pervinquier<sup>1</sup> : le Cherb, par exemple, offre sur son versant méridional un pendage presque vertical.

Je crois que l'ensemble Cherb-Tebaga constitue l'auréole crétacée d'un bombement assez comparable par sa forme et son orientation, mais avec des dimensions moindres, à celui des Ouerguema. Dans la région centrale de ce bombement, région qui correspond au noyau triasique, se serait produit un grand effondrement elliptique, sur les bords duquel les assises crétacées auraient été reployées : les chotts auraient donc leur sous-sol profond constitué par le Trias, comme la plaine de la Jeffara<sup>2</sup>.

Je ne pense pas qu'il existe entre les bombements du Djerid et des Ouerguema une arête de rebroussement, comme l'ont indiqué Pervinquier<sup>3</sup> et A. Joly<sup>4</sup>.

1. *B. S. G. F.*, (4), XII, 1912, p. 147.

2. Sauf en ce qui concerne le Trias, ma conception se rapproche de celle de Fuchs (*Bull. Soc. Géogr. Paris*, 6, XIV, p. 267) qui voyait dans le Cherb-Tebaga une boutonnière où une fracture aurait ouvert le lit du chott.

3. *B. S. G. F.*, (4), XII, 1912, p. 186.

4. *Bull. Soc. Géogr. Alger*, 1908, p. 20 du tirage à part.

3. *Nefzaoua*. — Entre ces deux ires anticlinales s'intercale vers le Sud-Ouest, la cuvette synclinale du Nefzaoua : comme le petit

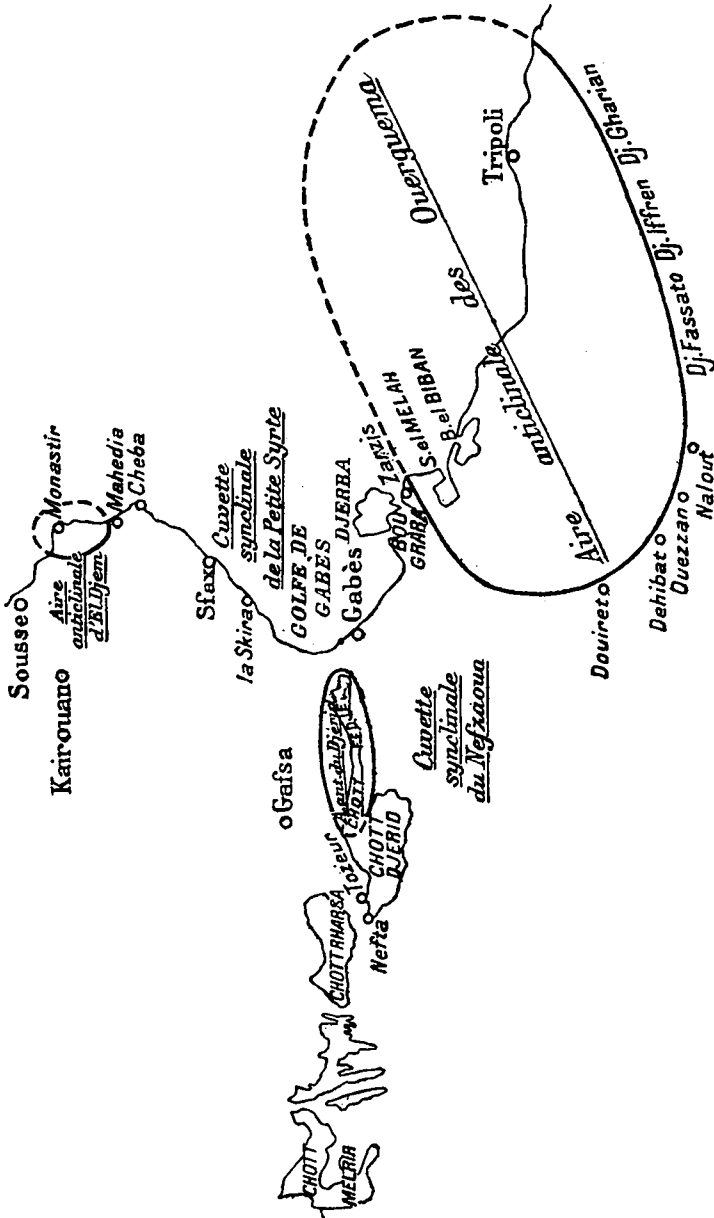


FIG. 1. — Croquis tectonique du Sud-Est tunisien. — 1/500 000.

axe nord-sud du bombement elliptique des chotts est situé sur un méridien plus occidental que le petit axe du bombement des Ouer-

guema, la cuvette du Nefzaoua se trouve coincée vers le Nord-Est, où les deux accidents tectoniques anticlinaux arrivent presque en contact ; elle est, au contraire, largement ouverte vers le Sud-Ouest, où le prolongement périclinal des Ouerguema ne s'avance pas à beaucoup près aussi loin vers l'Ouest que celui du Tebaga.

Les puits artésiens de Kebili, creusés dans l'avancée nord-est de la cuvette, atteignent une importante série argileuse vers 22-26 m., puis des sables aquifères vers 31-35 m., et enfin le Sénonien vers 32-38 m. Les argiles et les sables sont miocènes supérieurs (pontiens), comme ceux de Gafsa, de l'oued Rir, etc.

4. *Petite Syrte*. — J'ai montré que le Pontien était largement développé sur le littoral dans la presqu'île de Zarzis et l'île de Djerba, où il renferme des eaux artésiennes, comme le Pontien de Kebili.

A Zarzis et à Djerba, les puits après avoir traversé des sables aquifères, ont atteint, vers la cote — 70, à Zarzis, et vers la cote — 100, à Djerba, des argiles bleues probablement encore sahéniennes.

Dans la presqu'île de Zarzis, le point culminant atteint par les sables est de + 79 m., dans l'île de Djerba, il est de + 52 m., dans la presqu'île de Mehabeul, plus à l'Ouest, au delà du golfe de Bou Grara, il est de + 31 m. La surface des sables du Miocène supérieur serait donc inclinée dans cette région vers le Nord-Ouest.

Il en serait de même, d'ailleurs, des argiles subordonnées que le sondage n° 1 de Zarzis a atteint à 145 m. de profondeur et celui de Houmt Souk n° 4, dans Djerba, à 188 mètres.

Cette inclinaison correspond probablement au pendage général des couches du sous-sol ; elle corrobore l'interprétation que j'ai donnée de l'allure tectonique générale de l'Extrême-Sud tunisien. Zarzis et Djerba seraient situées au Nord-Ouest du bombement des Ouerguema dont l'auréole interne présentait déjà un plagement dans cette direction vers Médenine.

A la Skhira entre Gabès et Sfax un sondage poussé jusqu'à la cote — 277 m. est resté dans les sédiments du Miocène supérieur que l'on attribue d'habitude au Quaternaire <sup>1</sup>.

A Sfax, un autre forage aurait rencontré le Miocène moyen à *Ostrea crassissima* à 100 m. <sup>2</sup>, soit à une profondeur moindre qu'à Zarzis. Sfax pourrait donc être située au Nord du synclinal

1. THOMAS. Essai d'une description géologique de la Tunisie, I, 1907, p. 128.

2. AUBERT. Explication de la carte géologique provisoire de la Tunisie, 1892, p. 61.

de la Petite Syrte, sur la retombée sud du bombement d'El Djem.

Les forages effectués sur les rivages de la Petite Syrte ont révélé d'ailleurs, presque partout, l'existence d'eaux jaillissantes plus ou moins salées qui ont été rencontrées aux profondeurs ci-après :

Zarzis.....	223 et 196 m.
Houmt Souk (Djerba).....	242, 229 et 146 m.
Adjim (Djerba).....	229 m.
Zarat et Teboulbou (S. de Gabès)..	142 m.
Metouin (N. de Gabès).....	57-47 m.
Oudref (N. de Gabès).....	42 et 45-26 m.
La Skira (entre Gabès et Sfax)....	210 m.

Ainsi la nappe artésienne s'infléchit de Zarzis vers Djerba, puis se relève vers Gabès et atteint son point culminant, au voisinage immédiat du seuil.

L'allure de cette nappe artésienne confirme donc l'existence d'une aire synclinale dans la Petite Syrte. Celle-ci forme une véritable cuvette au Nord du bombement des Ouerguema et à l'Est de celui du Djerid ; elle est symétrique de celle du Nefzaoua par rapport au seuil de Gabès, comme sont symétriques par rapport au même seuil les bombements des Ouerguema et du Djerid.

**5. Sahel d'El Djem.** — La région plate et dénudée qui s'étend de Sfax à Sousse et du ras Kradija aux djebels Nassar Allah et Krechem Artsouma peut être désignée sous le nom de Sahel d'el Djem ; les strates néogènes qui affleurent entre Monastir et Chebkay dessinent un large bombement.

A la limite ouest de cette région tabulaire, on voit les chaînes sahariennes de Gafsa-Feriana se redresser vers le Nord. Les rides orographiques qui prennent ainsi naissance portent les noms de djebels Douara, Nedjilet, Mezouna, Zebbeus du Sud, Zebbeus du Nord, Meheri, Gouleb, Reghana, Bou Dinar, Begra, Seugdai, Ksaira, Matlet, Goubrar, Krechem el Artsouma, Souda, Rebaou, Sidi Kralif, Ledjebel, Sidi Bou Gibrin, Touila, Nasser Allah, Sbeitla, Mrilah, Trozza, Baten, Cherichira, Seldja, Alfa, Ousselet, Djbirra, Bou Dabous, Bou Hadjar, Serdj. Dans certains de ces reliefs, comme dans les deux djebels Zebbeus, le Trias acquiert un développement considérable.

**6. Résumé.** — Les régions qui constituent le Sud-Est tunisien, Ouerguema, Djerid, Nefzaoua, Petite Syrte, Sahel d'el Djem sont surtout caractérisées par la presque horizontalité de leurs strates géologiques. Elles présentent donc une architecture tabulaire<sup>1</sup>

1. L. GENTIL et L. JOLEAUD. C. R. Ac. Sc., CLXVI, 1918, p. 119.

qu'accidentent de faibles bombements anticlinaux et des cuvettes synclinales mollement dessinées. A la rencontre de cette région les chaînes de l'Atlas présaharien rebrousse vers le Nord depuis Gabès jusqu'à Zaghuan.

Ce fait est en parfait accord avec les conclusions auxquelles est arrivé M. Louis Gentil <sup>1</sup> dans sa belle synthèse de la tectonique du Nord-Africain. La plateforme du Sud-Est tunisien qui fait partie intégrante du bouclier saharien a joué vis-à-vis de l'Atlas saharien de Tunisie, exactement le même rôle que le bord nord du Sahara vis-à-vis de l'Atlas saharien d'Algérie et du Haut Atlas marocain.

#### CONCLUSION.

Tant par leurs caractères stratigraphiques que par leur structure tectonique, le Sahel et l'Extrême-Sud tunisiens se rattachent à l'aire d'ancienne consolidation du Centre africain. Ils diffèrent complètement des pays de l'Atlas, bien que leur situation géographique semble les y rattacher.

A l'époque romaine ces contrées, qui formaient la *Byzacène*, étaient célèbres par leurs immenses olivettes. Depuis notre installation dans la Régence, nous nous sommes efforcés d'en reconstituer les peuplements sur les vastes étendues qu'occupe la carapace pliocène calcaréo-gypseuse. Déjà les environs de Sousse et de Sfax ont repris leur physionomie d'antan. Demain ce sera le tour des terres de Gabès à Tripoli : c'est du moins ce que font présager les beaux succès qui ont couronné l'effort tenté à Ben Gardane, où en quinze ans nous avons réussi à créer une oasis au milieu de la steppe désertique.

1. Le Maroc central, 1912, p. 124 et suiv.



## L'ORIGINE DES MÉTÉORITES ET LES FERS DE PALLAS ET DE CANYON DIABLO

PAR **Stanislas Meunier**<sup>1</sup>

### PLANCHE I

Pendant bien longtemps, les météorites ont été exclusivement soumises à deux genres d'étude qui ont procuré des résultats dont l'intérêt est incontestable, mais dont la portée est restée et devait rester incomplète.

D'un côté, on en a fait l'analyse chimique et minéralogique, qui a révélé leur conformité de composition élémentaire avec les roches terrestres. D'un autre côté, on a édifié des théories astronomiques ou mécaniques, pour rendre compte des phénomènes qui accompagnent leur chute sur notre sol.

Des savants illustres se sont signalés dans ces deux directions. Nous citerons seulement dans la première : Vauquelin, Berzélius, Howard, Laugier, Gustave Rose, Rammelsberg, Maskelyne, Merrill, Farrington, etc. ; du côté astronomique et mécanique, il suffira de mentionner : Laplace, Chladni, Herschel, Huggins, Lawrence-Smith, Tyndall, Haidinger, Faye, William Thompson, etc.

Dans chacune de ces deux voies, on arriva à deux conclusions très formelles quant à l'histoire des météorites : la première, c'est que chaque météorite a été produite d'un seul coup, par la conjugaison pure et simple des éléments chimiques qui la constituent ; la deuxième, c'est que l'histoire de ces météorites, une fois formées, consiste surtout dans leur déplacement le long d'une trajectoire parfaitement déterminée, de façon à ressembler, de plus ou moins près, à la trajectoire des projectiles d'artillerie.

Encore aujourd'hui, on voit des mathématiciens de haute valeur, comme M. Belot<sup>2</sup>, persister dans une voie à laquelle ils renonceraient s'ils considéraient un moment qu'il ne s'agit pas de *mobiles* abstraits, mais de substances complexes qui, — sous l'influence d'échauffements qu'ils font intervenir sans y regarder de plus près, — auraient acquis des caractères qu'elles ne présentent jamais. En présence des centaines et des milliers de degrés qu'ils admettent, comme représentant la destruction des forces vives, invoquées dans leur théorie, il ne serait rien subsisté du projectile cependant recueilli, ce qui suffit pour ôter toute portée au chapitre d'histoire naturelle qu'ils ont prétendu traiter.

1. Note présentée à la séance du 27 mai 1918.

2. *C. R. Acad. Sc.*, CLXV, p. 501, 15 octobre 1917.

Nous pouvons être d'autant plus rassuré, quant à la légitimité de cette conclusion, que les exemples ne nous manquent pas d'assertions ainsi établies sur des considérations exclusivement mathématiques et qui, après avoir réuni tous les acquiescements, ont été définitivement démontrées contraires à la réalité des choses.

Tel était, par exemple, le principe de mécanique céleste d'après lequel un essaim de corpuscules cosmiques, lancés à travers les espaces, devait persister indéfiniment, comme s'il se fût agi d'un groupe retenu cohérent par un lien matériel. C'est au point qu'un astronome célèbre, M. Maurice Loewy, m'en fit naguère, d'ailleurs avec bienveillance, une objection contre l'hypothèse que je formulais d'un égrènement progressif, le long de son orbite, d'un corps désagrégé, après avoir joui d'une constitution géologique analogue à celle de la Terre. Il fallut que, quelques années plus tard, Schiaparelli fit accepter sa théorie de l'origine des étoiles filantes, par désagrégation des queues de comètes, pour que l'objection tombât d'elle-même. En attribuant, en 1878, le prix Lalande à mes recherches sur les météorites, M. Faye disait : « M. Stanislas Meunier semble en droit de conclure que ces masses ont dû appartenir autrefois à un globe considérable, qui aura eu comme la Terre de véritables époques géologiques et se sera plus tard décomposé en fragments séparés sous l'action de causes difficiles à préciser, mais que nous avons vues à l'œuvre plus d'une fois dans le ciel même<sup>1</sup>. »

Il en fut de même pour un autre principe, regardé comme une loi formelle, c'est qu'une enceinte étant donnée, on peut déplacer d'une manière quelconque les masses qui y sont renfermées, sans changer l'équilibre de la température qui y règne. Celui-ci me fut opposé par M. Fouqué, quand je défendais devant lui cette opinion que la chute de roches souterraine, le long de cassures de la croûte terrestre très profondes, pouvait et devait déterminer l'explosion des matières imprégnant des roches tombées d'en haut et parvenant dans des milieux moins éloignés du centre. J'eus beau invoquer les faits trop nombreux, où des chaudières à vapeur, qui sont bien des enceintes closes, ont fait explosion à la suite du simple décollement de la croûte de tartre qui s'était accumulée à l'intérieur de leurs parois métalliques : l'intégrité du principe continua pour le maître à être sacrée.

Nous pourrions multiplier les exemples et la conclusion c'est qu'il faut se mettre en garde contre la superstition qui s'attache à certains axiomes mathématiques, mal à propos introduits en histoire naturelle.

Je n'hésite d'ailleurs pas à croire et à proclamer que les idées acceptables, auxquelles on est parvenu progressivement à l'égard des météorites, dérivent de la conception qu'on a eue de leur origine et de leur histoire, à partir du jour où, aux études astronomiques, chimiques, minéralogiques et même lithologiques, on a ajouté à leur sujet des études vraiment géologiques.

Ceci mérite d'être précisé.

1. *C. R. Acad. Sc.*, 1878. Paris.

Il ne suffisait pas, en effet, de savoir la composition des roches tombées du ciel et de les classer en *types*, en *espèces* et en *familles* : il importait de rechercher s'il n'existe pas, entre ces groupes, des rapports plus effectifs, correspondant à ceux des roches qui entrent dans la constitution de l'écorce terrestre : c'est ce que je me suis attaché à faire sur une échelle de plus en plus grande.

Tout d'abord, et malgré quelques velléités timides, telles que celle de Reichenbach et surtout celle de Haidinger, le sujet était véritablement vierge.

Pour moi, je crois avoir démontré son incomparable ampleur et aujourd'hui je peux constater qu'il a acquis droit de cité dans la science : pourquoi ne pas rappeler que Tchernak a tenté de s'en attribuer la paternité<sup>1</sup> et que M. Farrington étant parvenu, beaucoup plus tard aux mêmes aperçus, a écrit<sup>2</sup>. « It is perhaps worth remarking that I reached this conclusion, before I had seen Meunier's papers on the subject ». Ce savant se trompe d'ailleurs quand il dit que mon opinion est basée purement et simplement sur la considération des densités relatives des météorites. Je suis arrivé à cet égard à penser, au contraire, que la densité ne doit pas intervenir dans le classement initial des roches, mais seulement les propriétés chimiques ou physiques de leurs constituants, dans les conditions originales.

Quoi qu'il en soit, j'ai consacré un grand nombre d'années à rechercher les rapports des gisements primitifs, entre les diverses roches météoritiques, et j'en ai découvert un grand nombre. J'ai établi, parmi ces corps extra-terrestres, des catégories géogéniques, qui rappellent de très près les groupes terrestres : roches de condensation initiale, roches volcaniques, roches filoniennes, roches métamorphiques et autres.

Un exemple nous dispensera d'entrer ici dans de longs détails, pour faire comprendre l'ampleur et la portée des recherches dont il s'agit.

Tout le monde a entendu parler du bloc de fer que le naturaliste Pallas découvrit en 1772, à Krasnojarsk, en Sibérie, et qui, d'abord supposé d'origine industrielle, fut reconnu définitivement comme une masse tombée du ciel. C'est une substance exceptionnellement intéressante, qu'on a comparée à une éponge de fer métallique, dont les vacuoles seraient exactement remplies par des fragments d'olivine ou périclote.

L'étude à laquelle on l'a soumise a démontré qu'on ne peut

1. Voir mes « Remarques relatives à un Mémoire de M. Tchernak », *C. R. Acad. Sc.*, LXXXI, p. 1278 (1875), Paris.

2. The « pre terrestrial history of meteorites », dans *Journal of Geology*, t. IX, p. 632 (octobre 1901).

admettre un seul instant qu'elle ait été formée par voie de fusion. On s'est aperçu que, si l'on soumet un morceau de fer de Pallas à une température assez haute pour le faire fondre, on le dénature d'une manière complète. Le fer liquéfié s'amasse au fond du récipient sous la forme d'un « culot » et le péridot devenu liquide, s'étale à sa surface, pour se solidifier par refroidissement, à la manière d'un verre ou scorie.

En outre, l'abaissement de température a donné au métal une compacité et une homogénéité, qui contrastent singulièrement avec son état naturel.

Si, en effet, on coupe à la scie, dans le bloc sibérien, une surface plane et qu'on la polisse, celle-ci, soumise à l'action d'un acide, témoigne à la fois de son extrême complexité et de la régularité de sa structure. Les éclats de péridot sont disséminés dans une substance dont l'aspect serait celui de l'acier, si l'on n'y voyait en contact, des zones présentant chacune une nuance et un éclat particuliers. Chacun des fragments pierreux est encadré d'une série de bandes parallèles, où l'on reconnaît successivement des alliages de fer et de nickel et un sulfure de fer, appelé *troïlite*, sans compter d'autres corps comme le graphite et le phosphore de fer, qualifié de schreibersite qui ont obéi, eux aussi, à la même discipline générale.

Malgré la prodigieuse distance des gisements, il se trouve que cette manière d'être reproduit celle de *certaines filons métallifères terrestres* auxquels, en dépit de la différence profonde de composition chimique, on est conduit à attribuer un mécanisme général de production tout à fait analogue.

Ces filons, désignés dans le langage des mineurs sous le nom de « cocardes », résultent d'abord de la chute dans des crevasses très profondes du sol, de blocs de schistes qui se sont coincés les uns contre les autres, de façon à laisser entre eux un réseau très compliqué de pertuis accessibles à la circulation de fluides. Ceux-ci, pourvus de matériaux solubles empruntés aux terrains qu'ils ont traversés et qui varient, avec le trajet de chacun d'eux, déterminent en se mélangeant, des composés insolubles ou *précipités*, et les déposent sous forme d'incrustations à la surface des roches voisines. C'est ainsi qu'on voit des fragments de schistes exactement enrobés d'un dépôt de quartz, ou cristal de roche, qui s'est accru en diminuant peu à peu l'intervalle des éclats pierreux, et qui l'aurait comblé, si le phénomène s'était poursuivi assez longtemps. Mais il est arrivé que, par suite des vicissitudes souterraines qui ont fait varier les circulations, les solutions du début ont été remplacées

par d'autres. Le dépôt du quartz résulte, par exemple, de la rencontre de solutions de silicates alcalins et d'eau simplement acidulée, qui ont été remplacés par des sels solubles de plomb et par des sulfures du genre de ceux qui caractérisent les eaux de Barèges. De là est résulté la précipitation et le dépôt sous forme d'incrustations métalliques, de galène, qui s'est étendu sur le cristal de roche, comme celui-ci s'était étalé sur le schiste, et c'est pour cela qu'un fragment du filon nous montre des auréoles, les unes d'un blanc de lait, les autres d'un brillant métallique, qui ne subsisteraient pas un instant, si l'on soumettait l'échantillon à la fusion.

L'identité de structure entre ce *filon en cocardes* terrestre et la masse météorique de Pallas est telle, que malgré la différence de substance, il n'y a pas moyen de douter que le procédé générateur n'ait été rigoureusement le même, dans les deux cas.

Il faut de toute nécessité que, dans le gisement extra-terrestre d'où provient le fer de Pallas, il y ait eu, dans un milieu encombré de fragments de péridot, laissant entre eux des intervalles, rencontre de substances devant déterminer par leur mélange, la production d'alliages de fer et de nickel. Ce sont, comme l'expérience permet de l'affirmer, des vapeurs de composés volatilisables de ces deux métaux, de chlorures, par exemple, rencontrant de l'hydrogène, apte à s'associer au chlore et à laisser les atomes de fer et de nickel libres de s'associer entre eux. Et c'est ainsi que les éclats de péridot se sont enrobés de la substance métallique. Mais, comme dans la production terrestre, la nature des corps réagissants s'est modifiée avec le temps : l'hydrogène sulfuré s'est substitué parfois à l'hydrogène pur et le sulfure de fer nickélifère, la *troïlite*, s'est étendue sur le ferronickel, comme, dans l'exemple terrestre, le sulfure de plomb ou *galène*, s'étendait sur le quartz. Comment, en présence de ces faits, ne pas se sentir autorisé à qualifier le fer sibérien de *filon météorique* ?

Mais cette qualification, à laquelle nous ne saurions nous refuser, entraîne avec elle des conséquences quant au gisement d'origine dont il va être facile d'apprécier l'importance.

En effet, ce qui précède, revenant à dire que le gisement originel de la météorite de Pallas est un véritable *filon en cocarde*, la conséquence est que toutes les circonstances indispensables à l'établissement d'un pareil filon y étaient nécessairement réunies.

Il faut d'abord qu'une roche formée de péridot cristallisé se soit constituée avec des dimensions analogues à celles de nos masses terrestres, qui ont été ultérieurement traversées par des filons.

Il faut encore que, comme celles-ci, les roches péridotiques aient été soumises à d'énergiques actions mécaniques comparables à celles qui, dans l'épaisseur de l'écorce terrestre, déterminent le soulèvement des chaînes de montagnes.

Il faut enfin que la localité devenue filonienne, ait été sur le trajet de circulations complexes de matériaux produits dans des laboratoires souterrains analogues à ceux qui, chez nous, alimentent les circulations ininterrompues de gaz, de vapeurs et de liquides métallogéniques.

Remarquons que cette description générale suppose que la localité qui nous occupe n'est pas isolée, mais qu'au contraire, elle fait partie d'un *ensemble géologique*, qui peut l'alimenter en principes actifs et la débarrasser des résidus de ses opérations chimiques<sup>1</sup>.

De proche en proche, et sans qu'il y ait lieu de nous y arrêter davantage, on arrive à la conception d'une *organisation planétaire complète*.

Comme cette conclusion se représente invariablement toutes les fois qu'on étudie les rapports mutuels des types de météorites, — que par exemple, on reproduit certains d'entre ces types en certains autres par l'application des pratiques métamorphiques, on est irrésistiblement conduit à cette conséquence que les météorites proviennent toutes d'un astre bâti sur le plan même de la Terre et qui sera parvenu, bien plus vite qu'elle, *au terme de l'évolution sidérale*, dont la Terre se rapproche tous les jours.

En partant des faits précédemment exposés, on arrive, par l'étude des détails, à reconnaître que chaque météorite peut contenir, dans les profondeurs de sa constitution, des témoignages des vicissitudes de son histoire géologique. Et c'est ainsi que nous sommes ramenés au sujet principal de la présente note, qui concerne la reconstitution des causes qui ont procuré aux masses du Canyon Diablo l'ensemble de ses caractères distinctifs.

Tout d'abord, on sait que ces masses appartiennent à la catégorie des météorites métalliques et, qu'au point de vue de la composition chimique, elles renferment surtout du fer et du nickel, avec addition de nombreux éléments, dont la proportion est relativement très faible et dont nous pouvons faire abstraction en ce moment.

Le fer et le nickel ne sont pas, dans ces masses, distribués partout de manière uniforme. L'*Expérience de Widmannstætten*, qui consiste à soumettre une surface plane polie à une action

1. Voyez : Stanislas MEUNIER. La Géologie comparée, 2<sup>e</sup> édition, 1 vol. in-8, Paris, 1895.

corrosive, y décèle la coexistence de plusieurs alliages nettement définis. On y reconnaît spécialement de la tænite ( $\text{Fe}^6\text{Ni}$ ), de la kamacite ( $\text{Fe}^{14}\text{Ni}$ ) et de la plessite ( $\text{Fe}^{10}\text{Ni}$ ). Ces matières sont exactement appliquées les unes contre les autres, de façon à dessiner un réseau plus ou moins régulier, des *figures*, pour employer le langage technique, qui pourront d'ailleurs présenter des caractères spéciaux, suivant les détails de la manipulation. En opérant avec des précautions convenables, on donne lieu à l'apparition des caractères résumés dans la Planche I, où l'on remarque surtout la régularité de régions de tænite au sein d'une masse générale de kamacite.

La comparaison de ce résultat avec les figures données par la série des autres fers météoritiques, fait ressortir des ressemblances évidentes avec ce qui concerne la structure de toute une famille de ces blocs extra-terrestres, auxquels on a donné le nom général de « caillite ». A côté du fer américain la Planche I représente l'échantillon typique provenant de la chute qui a eu lieu, vers 1628, à Caille<sup>1</sup>, dans le département des Alpes-Maritimes, dans le Midi de la France. Ici, nous sommes frappés de la coordination générale de ces délinéaments graphiques, qui a guidé d'une manière décisive la théorie de la roche céleste.

Tout d'abord, on s'est aperçu que l'idée instinctive d'où l'on partait, et qui rattachait la formation des fers météoritiques à la fusion sèche plus ou moins comparable à celle qu'on met en œuvre dans les usines métallurgiques, est absolument incompatible avec les caractères de la substance étudiée. Ce que nous avons dit plus haut du fer de Pallas, dans la partie métallique duquel se présentent beaucoup d'analogies avec la pâte du fer de Caille, nous invite à supposer l'intervention de la pneumatochimie, c'est-à-dire des réactions mutuelles de vapeurs. Rappelons que le mélange de l'hydrogène à une température suffisamment élevée, avec des vapeurs de chlorures métalliques (de fer ou de nickel) donne lieu à la concrétion des métaux devenus libres et qui peuvent cristalliser.

Comme dans le fer de Pallas, la composition a d'ailleurs dû varier avec le temps et des dépôts divers se sont succédé. Il a dû se faire, d'après le témoignage direct d'expériences qui sont décisives, un réseau de lamelles de tænite, soumises à une direction générale commune, puis le remplissage de ces intervalles par les autres alliages nommés plus haut. Pour le cas du fer de

1. Cette masse fut découverte, en 1828, par le minéralogiste Brard qui nota qu'on l'avait trouvée environ deux siècles auparavant à la suite d'un violent orage dans la montagne Audibert (située aux environs de Caille).

Caille, l'uniformité de la masse nous démontre la persistance des conditions génératrices, dans ce milieu que nous pouvons appeler filonien.

Un ensemble de confirmations que nous ne devons pas négliger, c'est, pour revenir à une assertion précédente que la structure des fers météoritiques n'est pas moins incompatible que celle de la météorite de Pallas, avec la supposition de l'origine par fusion. Le culot qu'on obtient, quand on a passé la roche métallique au creuset, se manifeste après refroidissement, par son homogénéité relative, dans laquelle on ne peut plus distinguer les alliages distincts mentionnés plus haut.

Enfin, et ceci paraîtra tout à fait concluant, on a pu reproduire l'association naturelle et si régulière en faisant réagir dans un tube chauffé au rouge un courant d'hydrogène sur des mélanges en proportions relatives variées, des deux chlorures métalliques déjà mentionnés.

Une fois constituée, une pareille roche métallique et filonienne, peut traduire, par des modifications de sa structure, certaines circonstances auxquelles, sans perdre son état solide, elle aura été soumise ; et c'est ici que les notions qui précèdent vont recevoir une application directe à l'histoire du fer de Canyon Diablo.

Si, après l'avoir chauffé au rouge, mais sans arriver aux températures de fusion, on soumet un morceau du fer de Caille au martelage ou au laminage, on constate, après refroidissement, qu'une surface plane, qu'on y pratique et qu'on y polit, tout en donnant un dessin comparable à la figure de Widmannstæten, la procure dans un état de véritable *désarticulation*. Certaines lamelles de tænite, restées bien évidentes, ont été entraînées par l'action mécanique dans la masse forgée et plus ou moins déformées, subsistant seules dans certains points de la figure primitive.

C'est le cas spécialement de certains délinéaments qu'on a qualifiés de *sphénomes* et qui présentent une résistance toute particulière.

Or, le fer de Canyon Diablo, au moins dans certaines de ses parties, et indépendamment des figures proprement dites qu'il manifeste dans d'autres circonstances, nous offre le spectacle de véritables *sphénomes*, qu'on dirait arrachés à des régions du fer de Caille, mais qui apparaissent comme des débris erratiques, au sein d'une masse à peu près homogène, et ayant été amenée bien près de son point de fusion, en même temps qu'elle subissait des actions mécaniques de la catégorie des martelages et des laminages, mais de dimensions gigantesques.



En ce qui concerne la météorite de Canyon Diablo, j'ai été frappé par la lumière jetée par la nouvelle méthode due au D<sup>r</sup> Latteux<sup>1</sup> sur la partie de l'histoire qu'on peut appeler terrestre, de cette météorite, et, avant tout, sur la théorie du pseudo-cratère de Coon Mountain.

Je n'ai pas à rappeler les discussions passionnées qui se sont élevées entre les géologues qui ont visité la localité. Après que certains auteurs, comme Albert de Lapparent, ont émis l'opinion insoutenable que des masses de fer nickélicifère métallique comme celles de Sainte-Catherine et de Canyon Diablo représenteraient des filons métalliques terrestres, émergeant des profondeurs, et ayant échappé, par un miracle, à toutes les causes d'oxydation ; pendant ce temps, d'autres auteurs comme MM. Barringer<sup>2</sup>, M. Farrington<sup>3</sup> et plusieurs savants américains, ont émis cette hypothèse hardie que la région de Coon Mountain doit sa singulière topographie au choc que son sol a éprouvé de la part d'une masse de 150 m. de diamètre, arrivant de l'espace céleste, à raison de 10 km. à la seconde, et déterminant, par la destruction de sa force vive, aux alentours et au-dessous de la dépression produite, une modification très notable des roches échauffées. On nous a décrit des masses de grès, qui par une fusion partielle, ont pris des apparences volcaniques à première vue et qui, rapprochées de la forme générale du « cratère » ont poussé quelques auteurs à y voir les restes d'un volcan éteint : Supposition que de judicieux sondages ont ruinée, en montrant que l'épaisseur de la roche étudiée est relativement très faible et qu'au-dessous d'elle les assises carbonifères, du niveau d'Aulrey, se continuent sans modification.

Les arguments pour appuyer l'hypothèse du traumatisme consécutif à la chute, ont paru suffisants pour justifier l'extension à certains des cirques qui parsèment la surface de la Lune, de l'hypothèse que nous venons de rappeler. Sans nous y arrêter davantage, il importe de constater que les indices fournis par l'étude exclusive du sol, qui seules jusqu'ici ont été invoqués, peuvent trouver un critérium dans les caractères du fer lui-même, et c'est le principal motif qui m'a poussé à ramener l'attention des géologues comme des astronomes sur la célèbre météorite dont ils ont déjà été entretenus tant de fois.

1. La Planche I est due à l'habileté du D<sup>r</sup> Latteux qui s'était attaché au perfectionnement de la photographie microscopique et a laissé aussi une belle collection de documents concernant les lames minces de météorites pierreuses.

2. *Proc. Acad. Nat. Sc.*, Philadelphie, LVII, 861.

3. Catalogue of the meteorites of north America to January 1, 1909. *Mem. Acad. Sc.*, Washington, XIII, 96 (1915).

*A priori*, il n'est pas possible de supposer que le sol ait pu éprouver le formidable échauffement déterminé par le choc, sans que le projectile qui l'a produit n'en ait eu sa part. Aussi est-il tout indiqué d'expliquer de la sorte l'allure martelée et laminée de la pâte métallique.

Si l'on avait un scrupule, il viendrait probablement de la faiblesse relative de la modification constatée et qui témoigne que le métal n'a pas été vraiment fondu. Cette circonstance pourrait sans doute s'expliquer, pour concilier dans une certaine mesure l'énormité du chiffre de degrés auquel conduit le calcul de la destruction des forces vives et le peu d'importance absolue de l'effet observé, en faisant intervenir *la température interne du bolide* au moment de son entrée dans l'atmosphère, qui est celle de l'espace céleste et qui a dû lutter énergiquement contre le réchauffement imposé.

On sait, en effet, qu'au moment de leur chute, les météorites sont à une température tellement basse que l'échauffement, par compression de l'air, ne les pénètre jamais qu'à une distance extrêmement petite de leur surface. A cet égard, certaines pierres tombées du ciel se sont constituées à l'état de *thermoscopes* d'une étrange précision. Elles sont formées d'une roche pierreuse blanche, connue sous les noms d'aumalite et de lucéite et qu'on ne peut porter aux températures voisines du rouge, à l'abri du contact de l'air, sans faire passer leur nuance claire au noir le plus profond. C'est la cause de la couleur de la croûte dont elles sont enveloppées et qui ne mesure qu'une fraction de millimètre d'épaisseur : ce qui veut dire qu'à cette fraction de millimètre de distance de la superficie, la température rouge n'a pas pénétré. On conserve dans les collections des météorites complètes de moins d'un centimètre cube provenant par exemple de la chute d'Hessle (Suède, 1869) et dont la croûte n'est pas plus épaisse que la précédente.

A l'inverse, il est des cas où des pierres tombées du ciel ont eu, durant leur chute, à subir les effets d'une cause d'échauffement continuée pendant un temps relativement long et le résultat vient compléter l'information précédente. Le fait typique à cet égard est fourni par la pierre tombée le 9 juin 1867 à Tadjera, en Algérie et qui, à cause de l'inclinaison extrême de sa trajectoire, a creusé à la surface du sol, un sillon de plus d'un kilomètre de longueur. Cette pierre, dont la composition est très voisine de celle des météorites blanches ordinaires, est teinte en noir dans toute sa masse, qu'il s'agisse du plus petit échantillon de 1 kg. 700; ou du plus gros de 7 kg. 760. La pâte ne peut se

distinguer à aucun égard du produit qui résulte de l'échauffement au rouge, dans un creuset, de l'une ou de l'autre des innombrables pierres blanches dites du type commun (aumalite) dont nous parlions tout à l'heure. Malgré la première apparence, et bien que cette pierre ait été noircie par une cause terrestre (le frottement contre le sol), elle a, pour le dire en passant, confirmé d'une manière décisive la notion du *métamorphisme météoritique*, qui s'est d'ailleurs présenté sous des formes complémentaires dans maintes autres masses tombées du ciel, telle que la lithosidérite de Deesa (Chili).

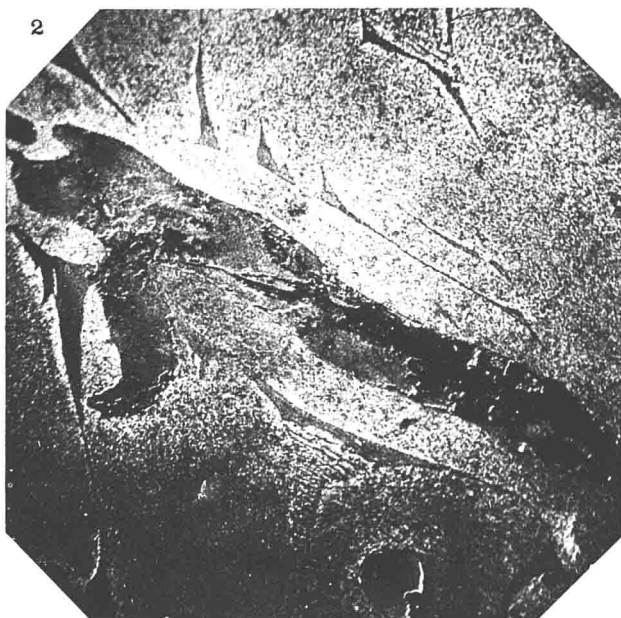
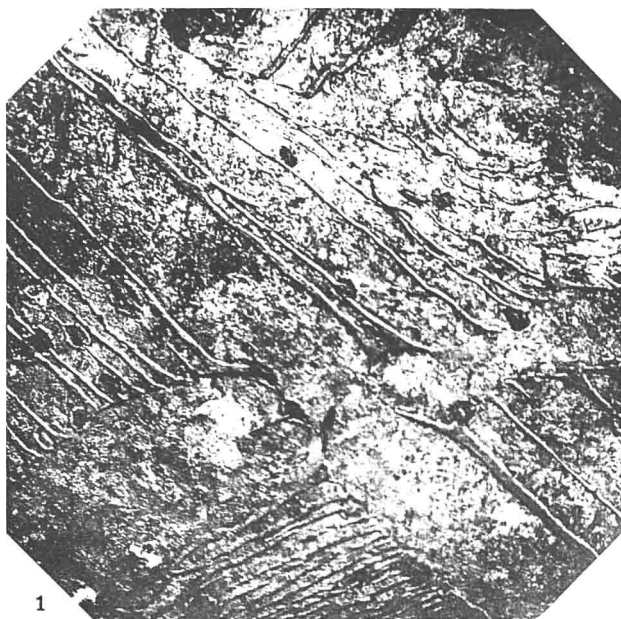
Il importe d'ajouter que dans beaucoup de circonstances les pierres arrivant du ciel ont exercé à la surface du sol des actions mécaniques dont l'intensité est toujours proportionnée à leur masse. Comme exemple, pris à peu près au hasard, la principale des pierres de la grande pluie de roches du 9 juin 1866, autour de Knyahinya, en Hongrie, pesant 13 kgr., a creusé une excavation qui, d'après les mesures de Haidinger<sup>1</sup>, auraient eu 3 m. 50 de profondeur. Ce fait, paraît justifier, pour sa part, l'origine traumatique du cratère de l'Arizona, dont la notion, après s'être dégagée d'observations exclusivement géologiques, se manifeste à nous avec une quasi-certitude par l'étude complémentaire du fer météorique lui-même.

Ces faits, dont les conséquences sont trop nombreuses et trop variées pour que nous pensions à les résumer ici, évoquent avant tout le spectacle de la liaison intime des éléments de l'Univers et lui communiquent une ampleur imprévue.

La chute des météorites ne se borne pas à alimenter notre globe d'une contribution matérielle : à la substance rocheuse destinée à prendre part au lacs inextricable des circulations chimiques, vient s'ajouter d'une façon symétrique, l'apport d'une énergie qui se dépense en travaux mécaniques et en mutations de forces physiques, laissés tout à fait de côté par les théoriciens qui ont supputé l'allure des phénomènes évolutifs de la planète. J'ai en vue spécialement, en ce moment, les hypothèses relatives au taux du refroidissement spontané de la Terre et je conclus que les magistrales assertions de Fourier et de Poisson à cet égard sont à revoir et à remplacer.

A l'hypothèse classique qui repose sur la comparaison d'un boulet métallique abandonné dans une enceinte à température plus basse que la sienne, avec la Planète placée dans le ciel inerte et froid, il faut, par une nécessité qui se signale successivement dans tous les chapitres de la Science, substituer la considération de l'activité incessante de toutes les parties de l'Univers réagissant sans relâche les unes sur les autres.

1. *Sitz. d. Wissensch. Akad. z. Wien*, LIV, 11 oct. 1866 (p. 20 du tirage à part).



Photocollogr. Tortellier et C<sup>o</sup>, Arcueil, près Paris

## EXPLICATION DE LA PLANCHE I

FIG. 1. — Coupe polie et attaquée à l'acide chlorhydrique étendu, montrant les figures dites de Widmannstættén du FER MÉTÉORIQUE DE CAILLE (ALPES-MARITIMES).

On remarque les régions plus ou moins quadrilatères, qui sont constituées par l'alliage de fer et de nickel dit *kamacite*, bordées par de fines languettes de *tænite*, se terminant à leur extrémité en coins qualifiés de *sphénomes*. Le reste de la surface est occupé par de la *pléosite*. — Cliché Latteux ; gr. de 20 diamètres.

FIG. 2. — Coupe polie et attaquée à l'acide chlorhydrique étendu, montrant les figures dites de Widmannstættén du FER MÉTÉORIQUE DE CANYON-DIABLO (ARIZONA).

On remarque des *sphénomes* tout à fait analogues à ceux de la figure 1, mais désorganisés et écartés les uns des autres, dans un métal devenu uniforme, par l'effet d'un réchauffement intense consécutif au choc de la masse cosmique sur le sol, dont la trace subsiste encore sous la forme du « Cratère de Coon Mountain ». — Cliché Latteux ; gr. de 20 diamètres.



## SUR LA FAUNE DU GOTHLANDIEN DE LA MEIGNANNE PRÈS D'ANGERS (MAINE-ET-LOIRE)

PAR O. Couffon<sup>1</sup>.

Le gisement de la Meignanne a été signalé en 1877 et assimilé au gisement de Briassé au Sud de Laval par de Tromelin<sup>2</sup> d'après des échantillons recueillis par P. Lebescomte, puis étudié en 1878 par Hermite<sup>3</sup>. Cet auteur donne une liste de neuf espèces fossiles dont deux non déterminées spécifiquement pour les calcaires ampéliteux (couche 8 de la coupe de Hermite). Les calcaires gris dans lesquels sont intercalés les calcaires ampéliteux (couche 7 de la coupe de Hermite) n'avaient fourni que des fragments indéterminables de Crinoïdes. Les auteurs qui ont signalé depuis ce gisement n'ont fait que reproduire la liste d'Hermite. Les recherches que j'ai faites m'ont donné les résultats suivants :

### FAUNE DES CALCAIRES GRIS.

*Favosites* sp.

*Orthoceras* cf. *degener* BARRANDE. Syst. Silur. centre Bohême, II, pl. 356, fig. 5-6.

*Cyrtoceras fraternum* BARRANDE. *Id.*, II, pl. 109, fig. 22-27.

Ces calcaires sont donc bien gothlandiens et ne peuvent être assimilés au calcaire du Fléchay, commune d'Avrillé comme l'ont voulu quelques auteurs. Ils en sont d'ailleurs nettement séparés par la bande de grès à *Orthis Monieri*, Le Fléchay-Vern.

### FAUNE DES CALCAIRES AMPÉLITEUX.

BRACHIOPODES. — *Atrypa lynx* BARRANDE. Syst. Silur. centre Bohême, V, pl. 140, cases IV-VI.

*Atrypa Thetis* BARRANDE. *Id.*, V, pl. 133, case I.

*Pentamerus caducus* BARRANDE. *Id.*, V, pl. 20, fig. 15.

*Spirifer orbitatus* BARRANDE. *Id.*, V, pl. 125, case II, e<sup>2</sup>,

1. Note présentée à la séance du 24 juin 1918.

2. Terrains paléozoïques de Normandie. A. F. A. S., congrès du Havre, p. 500.

3. Sur la présence du Silurien supérieur à la Meignanne près d'Angers. B. S. G. F., (3), VI, p. 544-546.

PÉLÉCYPODES. — *Dualina obsequens* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 84, case II, fig. 1-4.

*Dualina comitans* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 22, fig. 1-35.

*Dualina nympharum* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 80, case III, fig. 1-9.

*Panenka? nana* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 266, case I, fig. 4-7.

*Præcardium quadrans* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 92, case V, fig. 4-11, pl. 94, case II, fig. 1-6, 11-13, pl. 95, case II, fig. 3-4, pl. 99, case III, fig. 1-6.

*Præcardium adolescens* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 88, case V.

*Paracardium delicatum* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 74, case III.

*Paracardium amygdala* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 76, case V.

*Paracardium myrmex* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 100, fig. 17, 18.

*Paracardium columba* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 85, cases IV et IX.

*Paracardium abnegans* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 85, case X.

*Paracardium discussum* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 80, case IV.

*Cardium? embryo* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 154, fig. 1-2.

*Cardiola interrupta* SOWERBY. BARRANDE. *Id.*, pl. 170-174, 180, 182, 189.

*Cardiola conformis* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 179, 180, cases II-III.

*Cardiola gibbosa* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 178, case IX, fig. 1-43, 180, case VIII, 182, case IV, fig. 1-5.

*Cardiola pulchella* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 182, case I, fig. 1-2.

*Avicula incisa* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 120, fig. 1-3.

*Avicula biumbonata* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 262, case VI, fig. 4-7.

*Avicula insidiosa* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 230, case III.

*Avicula glabra* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 228, case I, fig. 1-10.

*Aviculopecten Cybele* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 228, case II.

*Præostrea Bohemica* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 111, fig. 1-4.

*Mytilus esuriens* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 208, case I, fig. 6-8.

*Modiolopsis senilis* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 263, case III.

*Cypricardinia nigra* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 261, case I, fig. 10-11.

*Astarte Bohemica* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 276, cases IV, V, VI.

*Lunulicardium cardiopsis* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 237, case VII, fig. 1-4.

*Lunulicardium mixtum* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 240, case XII.

*Lunulicardium spatula* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 238, case VI, fig. 8-11.

*Lunulicardium alternans* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 238, case II, fig. 1-5.

*Lunulicardium evolvens* BARRANDE. *Id.*, VI, pl. 232, case II, fig. 1-13.

CÉPHALOPODES. — *Orthoceras ambigena* BARRANDE. *Id.*, II, pl. 268, fig. 1-9.

*Orthoceras calamoides* BARRANDE. *Id.*, II, pl. 164, fig. 1-4.

*Orthoceras Bohemicum* BARRANDE. *Id.*, II, pl. 288, 289, fig. 7-8, 310, fig. 16-19.

*Orthoceras Billingsi* BARRANDE. *Id.*, II, pl. 211, 257, fig. 5-7, 263, fig. 1-3.

*Orthoceras dulce* BARRANDE. *Id.*, II, pl. 294-295.

*Orthoceras Murchisoni* BARRANDE. *Id.*, II, pl. 254, 303, fig. 11-12, 310, 316, 320, 321, 331, 408.

*Orthoceras mutabile* BARRANDE. *Id.*, II, pl. 217, fig. 10-13.

*Orthoceras fistula* BARRANDE. *Id.*, II, pl. 225, fig. 1-4.

*Orthoceras currens* BARRANDE. *Id.*, II, pl. 221, 222, 224, 407, fig. 20-33, 411.

*Orthoceras rivale* BARRANDE. *Id.*, II, pl. 209, fig. 1-7, 216, 374, fig. 1-7, 387, 406.

*Goniatites fidelis* BARRANDE. *Id.*, II, pl. 8, fig. 1-23.

A cette liste il faut ajouter les espèces suivantes signalées par Hermite et qui ont échappé à mes recherches :

*Terebratula aff. obovata* SOWERBY in BARRANDE.

*Cardiola aff. tenuistriata* GOLDFUSS.

*Platyostoma sp.*

*Orthoceras fasciolatum* BARRANDE.

Soit un total de cinquante et une espèces pour les calcaires ampéliteux qui, si on en excepte :

*Cardiola pulchella* et *Avicula incisa* citées par Barrande dans la bande  $d^5$ ,

*Paracardium myrmex*, *Cardium? embryo* citées par Barrande dans la bande  $g^1$ ,

*Avicula insidiosa* citée dans la bande  $g^2$ ,

*Goniatites fidelis* citée dans la bande  $f^2$ ,

sont toutes citées par Barrande dans la bande  $e^2$  du Gotthandien de Bohême.

Cette faune est caractérisée par l'absence de tout Tribolite et de tout Gastropode, à l'exception toutefois du *Platyostoma sp.* cité par Hermite, d'une part et d'autre part par l'abondance des Céphalopodes et des petites espèces de Pélécy-podes.



# APPLICATION DES EMPREINTES AU COLLODION A LA REPRODUCTION DES CLOISONS DES AMMONOÏDÉS <sup>1</sup>

PAR **Constant Nicolesco**<sup>2</sup>.

PLANCHE II.

L'étude des Ammonoïdés nécessite la reproduction rigoureuse des plus infimes détails de la coquille de ces Céphalopodes. Aux dispositifs employés pour la figuration de leurs cloisons par le dessin direct ou à la chambre claire, dont les différents auteurs se sont contentés depuis d'Orbigny et Quenstedt, s'est ajouté, en 1893, le procédé R. Nicklès<sup>3</sup> par photographies successives et partielles, et, en 1916 celui des empreintes galvanoplastiques<sup>4</sup>. Peu de temps avant sa mort et sur les conseils de M. E. Haug, M<sup>lle</sup> Coëmme avait essayé en outre d'utiliser les empreintes au collodion<sup>5</sup> en noircissant préalablement à la plombagine les creux cloisonnaires. L'application d'une couche de collodion sur la partie à reproduire permettait ensuite la fixation du tracé, la pellicule portant, une fois enlevée, l'empreinte en noir de la ligne de suture.

Le procédé des empreintes au collodion avait du reste été employé précédemment par divers auteurs à des objets bien différents : par J.-H. Berry<sup>6</sup> dans des études d'histologie animale (muscles frais et conservés, os, dents, cheveux); par M. A. Gaillard<sup>7</sup> dans l'examen des champignons épiphytes; par L. Buscaglioni et G. Pollacci<sup>8</sup> dans leurs recherches sur l'épiderme

1. Note présentée à la séance du 3 décembre 1917.

2. Voir ma note : *C. R. Ac. des Sc.*, t. 165, p. 708, 19 novembre 1917.

3. R. NICKLÈS. Application de la photographie au dessin des cloisons des Ammonites. *Bull. Ass. amicale des Elèves de l'Ecole des Mines*, Paris, 1893.

4. S. COËMME. Sur un nouveau procédé de reproduction des cloisons d'Ammonoïdés. *C. R. Ac. des Sc.*, t. 164, p. 769, 15 mai 1917.

5. Id. Sur un nouveau procédé de reproduction des cloisons d'Ammonoïdés. *C. R. Ac. des Sc.*, t. 165, p. 707, 19 novembre 1917.

6. J.-H. BERRY. On the minute structure of stripeal muscle with special reference to a new method of investigation, by means of « Impressions » stamped in Collodion. *Proc. of Roy. Soc. London*, t. XLIX, p. 287, 1891.

7. M. A. GAILLARD. Note sur un procédé pour l'observation des champignons épiphytes. *Bull. Soc. Mycologique de Fr.*, t. VII, p. 233, 1891.

8. L. BUSCAGLIONI e G. POLLACCI. L'applicazione delle pellicole di collodio allo studio di alcuni processi fisiologici nelle piante et in particular modo alla Traspirazione. *Atti del Ist. Bot. della R. Università di Pavia*, t. VII, p. 83 (maggio 1901), 1902; — Id. Ulteriore ricerche sull' applicazione delle pellicole di collodio allo studio etc.. *Atti del Ist. Bot. della R. Università di Pavia*, t. VII, p. 127 (novembre 1901), 1902.

humain et sur les plantes actuelles (structure des cellules épidermiques, allongement des cellules, des tiges et des racines, phénomènes d'accroissement, de transpiration, mouvements héliotropiques et géotropiques) ; par L. Jost <sup>1</sup> et A.-G. Nathorst <sup>2</sup> dans l'étude des plantes fossiles. L. Pervinquière <sup>3</sup> présente comme très pratique dans certains cas un « estampage photographique » des cloisons des Ammonites imaginé par M. Sohler, mais sans plus de détails.

Après de nombreux essais faits avec du collodion officinal de 2 à 5 % en solution alcool-éthérée (mélange agglutinatif obtenu à l'aide du pyroxylène dans un mélange de 15 parties d'éther et 4 d'alcool à 95°), puis avec du collodion à l'acétone et à l'acétate d'amyle, je me suis arrêté à une technique complètement différente de celle de mes prédécesseurs en employant de la *celluloïdine*, collodion que j'ai obtenu en dissolvant du celluloid (substance complexée de fulmicoton et camphre) dans un mélange à parties égales d'acétone et d'acétate d'amyle. Ce dernier m'a donné les meilleures empreintes. Le liquide incolore, sirupeux, plus ou moins dilué, est alors associé à 10-15 % d'huile de ricin ou de glycérine. Le produit obtenu est étalé sur la surface à étudier ; exposé à l'air, il se transforme en une membrane solide, adhérente, qui détachée donne une pellicule transparente, avec la solution ricinée, et laiteuse-opaque, avec la solution glycinée, souple, élastique, tenace, d'épaisseur uniforme mais variable suivant les caractéristiques de la cloison et la taille de l'échantillon, portant en saillie ou en creux l'empreinte fidèle de la cloison. La prise de cette pellicule est lente, mais l'empreinte n'est que plus parfaite. Par contre, le collodion officinal en solution alcool-éthérée, se prend rapidement et donne une pellicule trouble, riche en bulles, à empreinte moins fidèle. Le collodion est hygroscopique ; hydraté il donne des pellicules opalescentes, ou même laiteuses-opaques lorsque la quantité d'eau est grande ; aussi les pellicules transparentes ne sont obtenues qu'avec des solutions fraîchement préparées et sur des surfaces dépourvues de toute trace d'eau.

Il convient d'employer deux collodions de concentration diffé-

1. Travail signalé par F. A. BATHER dans *Geological Magazine*, 1907, p. 437.

2. A.-G. NATHORST. « Kollodiumaftryck sasom hjälpmedel vid undersökning af fossila växter » : *Geol. Fören. Föreläsning*, Bd. XXIX, p. 221, April, 1907 ; — Id. « Über die Anwendung von Kollodiumabdrücken bei der Untersuchung fossiler Pflanzen » : *Arkiv för Botanik*, Bd. VII, n° 4, 8 pp., August, 1907 ; — Id. « Über *Thaumatopteris Schencki* Nath. » : *K. Sv. Vetenskaps-Akad. Handl.*, Bd., XIII, n° 3, 1907.

3. L. PERVINQUIÈRE. *Études de Paléontologie Tunisienne. I. Céphalopodes des terrains secondaires*, p. III, Paris, 1907.

rente, l'un, à 0,5-2 % pour constituer la première couche, l'empreinte, l'autre, à 10-15 % formant, en quatre ou cinq couches successives, le support de cette empreinte.

Supposons que la cloison à reproduire se présente en creux ; elle est brossée, débarrassée minutieusement sur toute sa longueur des impuretés, témoins du test ou de la gangue. Pour un meilleur nettoyage de la cloison il est même nécessaire de faire préalablement plusieurs pellicules, qu'on rejette ensuite. Si la cloison est fine et faiblement en creux on la colore en faisant pénétrer dans le creux cloisonnaire une pâte obtenue en dissolvant du noir de fumée dans de l'huile de lin, si la coloration de l'échantillon est claire, et au vermillon si elle est foncée. L'emploi de l'huile de lin est indispensable, parce qu'il cimente, avec le collodion qui pénètre dans la pâte, les grains colorants, ceux-ci après évaporation du dissolvant, forment corps avec la pellicule. La cloison ainsi préparée, et afin d'éviter tout étalement ultérieur, est saupoudrée d'un fixatif qu'on laisse sécher. On fait ensuite tomber quelques gouttes du collodion fluide à 0,5-2 % déjà préparé et sans bulles, gouttes qu'on étale sur la surface cloisonnaire en donnant à l'échantillon des inclinaisons variables et en ayant soin que le liquide de cellulöidine pénètre dans les

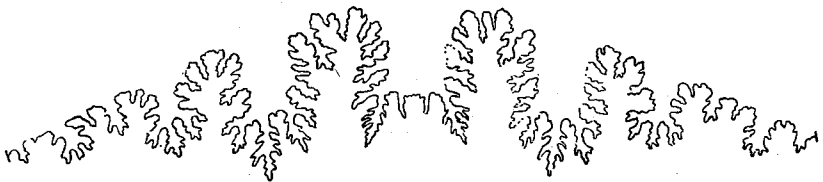


FIG. 1. — *Quenstedticeras Lamberti* Sow. Dessin de cloison prise au diamètre de 79 mm., échantillon pyriteux, Oxfordien inférieur, Villers-sur-Mer (Calvados). Coll. Géol. Sorbonne. — Grandeur naturelle.

moindres sinuosités et recouvre largement la dite surface. Après évaporation complète du dissolvant, lorsque cette première couche est solidifiée on applique successivement à l'aide d'un pinceau les quatre ou cinq autres couches du collodion concentré à 10-12 %, en opérant légèrement et avec rapidité pour ne pas occasionner la dissolution partielle ou totale de la couche précédente déjà solidifiée. Dans le cas où la cloison est franchement creuse, l'opération diffère en ce sens que le creux cloisonnaire n'est pas coloré ; d'abord parce que l'étalement de la substance colorante serait inévitable, et ensuite parce que la plus grande épaisseur de la pellicule communique au tracé de la cloison une teinte plus foncée qui d'elle-même est suffisante pour la reproduction. Le

collodion fluide donne une meilleure empreinte, une pellicule très mince (quelques centièmes de millimètres), sans bulles ou, si elles existent microscopiques et non gênantes. On doit donc toujours l'employer à la constitution de la première couche.

Après 12-24 heures d'exposition à l'air le dissolvant est complètement évaporé. Pour diminuer les contractions et déformations ultérieures il importe que cette dessiccation soit très lente. A l'aide d'un scapel on délimite ensuite sur la membrane de cellulöidine une surface englobant largement la cloison, qu'on détache avec soin ; et on donne à la pellicule obtenue une forme convenable, pour qu'elle puisse être étalée sans déformation. Mise sous presse pendant quelques heures entre deux lames de verre, cette pellicule est montée entre lame et lamelle, puis lutée. Elle constitue alors un négatif dont on peut se servir soit pour tirer directement une épreuve sur papier photographique, soit pour faire un cliché direct ou encore une projection photographique. Il est

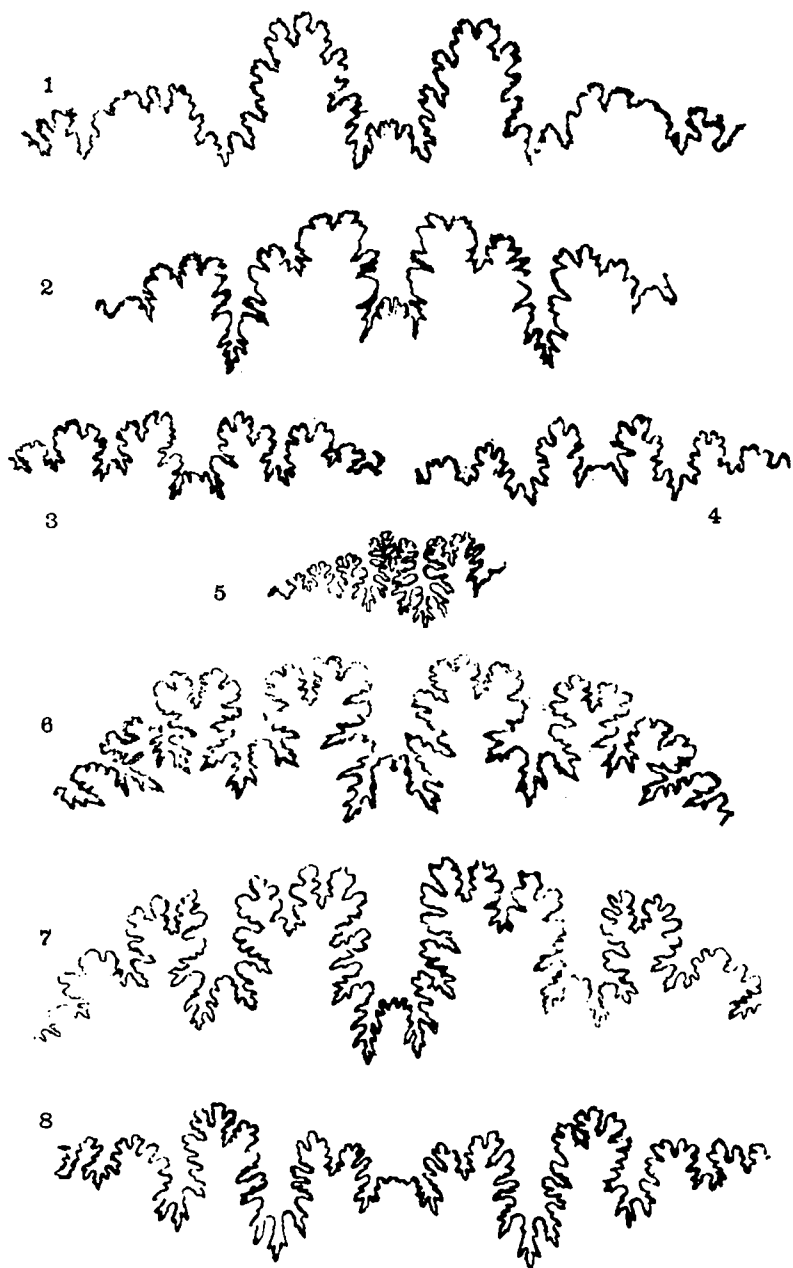


FIG. 2. — *Cosmoceras ornatum* SCHLOENB. Dessin de cloison prise au diamètre de 36,5 mm., échantillon pyriteux, Oxfordien inférieur, Villers-sur-Mer (Calvados). Coll. Géol. Sorbonne. — Grossissement :  $\times 2$ .

indispensable dans certains cas d'agrandir suffisamment, de tirer une épreuve positive au feroprussiate ou au papier salé, d'y dessiner minutieusement et uniformément le tracé cloisonnaire, de passer le tout dans une solution à 10-12 % de  $\text{CO}^3\text{Na}^2$ , de faire un calque, de le transporter sur du papier couché, afin que l'épreuve définitive, réduite par le photographe, ne contienne que fortement réduites les rares erreurs qu'on a pu commettre.

Si l'échantillon est orné de gros tubercules on procède en deux temps : 1° on découpe la membrane à la base et tout autour des tubercules, on la détache, on la monte entre lame et lamelle et on la reproduit ; 2° sur cette reproduction on reporte à sa place respective chacune des coiffes des tubercules, sur lesquelles la cloison chevauche, et l'on photographie l'ensemble.

Les avantages de ce procédé sont incontestables. Il doit être préféré à tout autre parce qu'il permet d'éviter le travail fastidieux et minutieux de la chambre claire ; celui des photographies successives et partielles, trop coûteux et demandant une grande habileté photographique ; celui plus fidèle, mais moins pratique,



de la galvanoplastie, procédés sujets tous à des erreurs dues aux raccords des dessins ou des photographies. Il s'applique à tous les échantillons sans avoir à tenir compte de leur forme, de leur dimension, de la composition lithologique, de l'ornementation etc., et aussi bien pour des cloisons simples ou complexes, externes ou internes, en creux ou en saillie <sup>1</sup>.

Ce procédé se distingue en outre par la facilité et la fidélité du travail. Deux reproductions, faites dans les mêmes conditions, sont rigoureusement semblables. Il offre avec une dépense de temps minime, l'avantage d'être peu coûteux, et de fournir des cloisons entières. Plusieurs de celles-ci peuvent se trouver sur une même pellicule, fait intéressant lorsqu'on veut étudier leurs positions et leurs rapports et ceux de leurs éléments réciproques.

Les pellicules une fois préparées peuvent être manipulées sans difficulté, conservées et communiquées.

#### EXPLICATION DE LA PLANCHE II

- FIG. 1. — **Pachyceras Jarryi** E. E. DBSL. Cloison prise au diamètre de 31,5 mm., échantillon pyriteux, Oxfordien inférieur, Villers-sur-Mer (Calvados). Coll. Géol. Sorbonne.
2. — **Peltoceras athletoides** LAH. Cloison prise sur un fragment pyriteux, Oxfordien, couches à *Cosmoceras Duncani*, Villers-sur-Mer (Calvados). Coll. Géol. Sorbonne.
3. — **Bigotites tuberculatus** NICOLESCO <sup>2</sup>. Cloison prise au diamètre de 30 mm., échantillon calcaire-oolithique, Bajocien, couches à *Garantia Garantiana*, Bayeux (Calvados). Coll. Géol. Sorbonne.
4. — **Quenstedticeras Mariæ** D'ORB. Cloison prise au diamètre de 23 mm., échantillon pyriteux, Oxfordien moyen, Villers-sur-Mer (Calvados). Coll. Sorbonne.
5. — **Oppelia Mayeri** P. DE LOR. Cloison prise au diamètre de 21 mm., échantillon pyriteux, Oxfordien inférieur, Villers-sur-Mer (Calvados). Coll. Géol. Sorbonne.
6. — **Bigotites Thevenini** NICOLESCO. Cloison prise au diamètre de 48 mm., échantillon calcaire-oolithique, Bajocien, couches à *Garantia Garantiana*, Bayeux (Calvados). Coll. Ecole des Mines.
7. — **Perisphinctes Backeriæ** SOW. Cloison prise au diamètre de 50,5 mm., échantillon pyriteux, Oxfordien, couches à *Cosmoceras Duncani*, Villers-sur-Mer (Calvados). Coll. Sorbonne.
8. — **Hecticoceras punctatum** STAHL. Cloison prise au diamètre de 47 mm., échantillon pyriteux, Oxfordien inférieur de Dives (Calvados). Coll. Géol. Sorbonne.

Les cloisons représentées, externes et en creux, sont toutes grossies deux fois.

1. Si la cloison est en saillie on ne peut pas employer de colorant. La plus petite épaisseur de la pellicule communique au tracé de la cloison une teinte plus claire, qui est suffisante pour la reproduction.

2. Echantillon figuré *Bull. Soc. Géol. Fr.*, t. XVI, pl. 4, fig. 2, 1917.

## NOUVELLES APPLICATIONS DES EMPREINTES AU COLLODION A LA REPRODUCTION DES CLOISONS D'AMMONOÏDÉS

PAR **C. Nicolesco et M. Debeaupuis** <sup>1</sup>.

Au cours de nouvelles recherches, nous nous sommes efforcés de compléter les méthodes anciennes <sup>2</sup> et d'en adapter d'autres à certains cas spéciaux, afin de généraliser l'emploi du collodion pour la reproduction des traces cloisonnaires des Ammonoïdés.

Celles-ci peuvent se présenter à la surface du fossile de trois manières différentes :

A. Trace cloisonnaire creuse.

B. Trace cloisonnaire séparant sur l'échantillon deux segments n'offrant entre eux aucune dénivellation.

C. Trace cloisonnaire en relief, comprise sur le fossile entre deux segments faillés avec dénivellation relative des bords contigus.

Ces conditions originelles déterminent l'emploi de procédés différents. Par suite, l'exposé de leur technique se trouve divisé en trois parties :

### A. TRACES CLOISONNAIRES SE PRÉSENTANT EN CREUX A LA SURFACE DU FOSSILE.

Outre le procédé déjà antérieurement décrit par l'un de nous, deux autres modes opératoires sont également applicables.

#### I. *Procédé par impression directe.*

Nettoyage de l'échantillon. Trois ou quatre pelliculages successifs au collodion ordinaire (alcool-éther-coton-azotique) dégageront très vite les creux cloisonnaires des particules de gangue pouvant y adhérer.

Empreinte. Étendre largement au pinceau, de façon homo-

1. Note présentée à la séance du 27 mai 1918.

2. CONSTANT NICOLESCO. Application des empreintes au collodion à la reproduction des cloisons des Ammonoïdés. *C. R. Ac. Sc.* t. 165, p. 708, 1917.

C. NICOLESCO et M. DEBEAUPUIS. Sur la reproduction des cloisons des Ammonoïdés au moyen d'empreintes au collodion. *C. R. somm. S. G. F.* n° 6, p. 64, 1918.

gène, une couche mince de celluloïdine fluide (acétone-acétate d'amyle-celluloïd) <sup>1</sup> ; laisser complètement sécher. Doubler ensuite avec trois à cinq couches de celluloïdine épaisse, en laissant sécher entre chaque badigeonnage.

Mise en place. Sur la dernière couche complètement sèche, délimiter au scalpel la plage contenant le ou les traces cloisonnaires à reproduire ; la décoller avec précaution, en commençant par la région ombilicale ; puis, convenablement découpée, l'aplanir entre deux lames de verre au moyen d'une pression modérée pendant quelques heures.

Cette pellicule, ainsi préparée, porte en relief l'empreinte du tracé cloisonnaire.

L'impression directe peut être réalisée :

1. Au *papier duplicateur* (papier carbone, etc.), à l'aide d'un buvard de bureau, d'une presse à main, ou mieux au moyen de la presse à volant utilisée pour le montage à sec des épreuves photographiques. **Se servir d'un papier duplicateur très fin et de papier à machine à écrire, papier bristol, papier millimétrique <sup>2</sup>, etc.** Placer de préférence un carton au-dessus de la pellicule, pour répartir bien uniformément l'action mécanique.

2. Par *encrage*. Les reliefs de la pellicule encrés au rouleau (encre à tampon, à chapirographe, noir de vignette, etc.), sont ensuite imprimés à la presse comme dans le premier cas.

3. Par *silhouettage*. Le tracé cloisonnaire est profilé à l'aide d'une encre à polycopie. Après application sur gélatine, on obtient rapidement un grand nombre d'épreuves, généralement satisfaisantes.

4. Par *calquage*. Les reliefs de la pellicule, appliqués à la presse sur un papier approprié, y déterminent une empreinte en creux qui, suivie à la plume, fournira très vite un dessin exact et de grandeur naturelle.

Si l'épaisseur des couches est suffisante, les pellicules à la celluloïdine sont parfaitement résistantes, elles ne s'empâtent ni ne s'écrasent même pas après un très grand nombre de tirages. Au contraire, des empreintes à la gutta ou au caoutchouc, durcies au formol, à l'alun ou au sulfure de carbone nous ont toujours

1. Outre la composition formulée précédemment, ces quelques variétés de collodion peuvent également être employées : *Collodion à l'acétone* (Filmogène) : Fulmi-coton, 5 gr. ; acétone, 90 gr. ; huile de ricin, 5 gr. — *Collodion élastique* (Yvon) : Fulmi-coton, 30 gr. ; éther à 62°, 330 gr. ; alcool à 90°, 125 gr. ; huile de ricin, 20 gr. ; térébenthine de Venise, 15 gr. — *Crystalline* (E. Thiebault) : Fulmi-coton, 5 gr. ; alcool méthylique pur, 20 gr. ; acétate d'amyle pur, 75 gr.

2. Ce qui a l'avantage de donner en même temps des renseignements quantitatifs sur la valeur relative des différentes parties du tracé cloisonnaire.



donné comparativement des résultats inférieurs, à la fois comme finesse de reproduction et résistance à l'écrasement.

Entre les mains d'un imprimeur habile, une simple empreinte portant en relief le tracé cloisonnaire suffirait d'ailleurs pour lui en permettre la reproduction mécanique.

Les épreuves obtenues par les procédés décrits ci-dessus sont souvent bien suffisantes pour des études rapides ou comparatives<sup>1</sup>. Elles peuvent être d'une grande utilité en vue de reproductions originales. Des impressions parasites (côtes, tubercules, etc.), intéressantes quelquefois, peuvent être éliminées, s'il est nécessaire, par gommage ou emploi de benzine.

Ce procédé rapide et pratique présente cependant un inconvénient : l'image est inverse ; la partie gauche de la trace cloisonnaire sur le fossile s'imprime en effet à droite sur le papier, et vice-versa<sup>2</sup>.

## II. Procédé par réactions chimiques colorées.

L'emploi du graphite et celui du noir de fumée ne sont pas toujours applicables. Leur introduction au pinceau est quelquefois difficile (creux cloisonnaires très fins, etc.). De plus, la distribution de la pâte solide n'est pas toujours uniforme. Un liquide se répartit au contraire sans difficulté, de façon homogène, et se maintient par capillarité, même sur des surfaces très déclives,

Au cours de nombreux essais nous avons employé successivement des colorants chimiques simples et des colorations chimiques obtenues par double décomposition.

### 1. Colorants chimiques simples.

*Mode opératoire.* — Après nettoyage du fossile, introduire la substance colorante liquide dans le creux cloisonnaire, au pinceau très fin ou à la plume à dessin. Le colorant, distribué çà et là, se répand de proche en proche, par capillarité, assurant ainsi de lui-même la fidélité du futur tracé. Laisser sécher complètement. Pelliculer ensuite : première couche de cellulöidine fluide, à séchage très lent (pour la finesse de l'empreinte); couches ultérieures (de renforcement) avec cellulöidine séchant plus rapidement. Seule, l'application de la première couche demande quelques précautions : déposer la cellulöidine par gouttes et les étendre ensuite sans que l'extrémité du pinceau rencontre le creux cloisonnaire. On évitera ainsi des étalements colorés.

1. Mise en évidence des variations des éléments cloisonnaires, sur tout un flanc ou sur le dernier tour d'un échantillon, etc.

2. On peut remédier à cet inconvénient par un négatif photographique traité ensuite selon les procédés connus produisant l'inversion de l'image.

Voici les principales substances nous ayant donné de bons résultats : 1° vert d'iode ; 2° rouge Congo ; 3° carmin aluné, en solution très concentrée ; 4° vert de méthyle ; 5° fuchsine ammoniacale.

Ces substances sont employées en botanique comme réactifs colorés de la cellulose. Leurs couleurs naturelles s'avivent très fortement au contact de la cellulose renfermée dans la membrane de celluloïdine. Elles dessinent ainsi le tracé cloisonnaire par une coloration vigoureuse qui s'enlève avec la pellicule, ce qui n'a pas toujours lieu avec les encres ordinaires et certains colorants chimiques simples.

Le vert d'iode et le rouge Congo sont particulièrement à recommander. La fuchsine ammoniacale, malgré sa jolie coloration, produit quelquefois des étalements et des diffusions (séchage incomplet, trop grande quantité d' $AzH^3$ ).

2. *Colorations chimiques obtenues par double décomposition. Technique générale.* — Sur l'échantillon, convenablement nettoyé, introduire dans le creux cloisonnaire au pinceau ou à la plume une solution aqueuse ou alcoolique d'un sel chimique approprié. Laisser sécher complètement. Sensibiliser ensuite la celluloïdine fluide par un second sel chimique obtenu en dissolution ; l'étaler avec précaution. Par contact, un précipité coloré prend naissance plus ou moins rapidement.

Les réactions chimiques colorées de l'analyse minérale ne se prêtent pas toutes à cette application spéciale. Ne peuvent être employés :

a) les acides forts et les sels acides (détérioration des échantillons) ;

b) les substances chimiques (tournesol, sulfocyanure et ferrocyanure de potassium, chromates, bichromates, bichlorure de mercure, etc.) trop peu solubles ou insolubles dans le collodion ou dans les dissolvants de la celluloïdine. On ne peut en effet mélanger de solutions aqueuses avec cette dernière. Très hygroscopique, elle deviendrait complètement opaque et inutilisable ;

c) les substances chimiques fournissant des colorations instables <sup>1</sup>, trop pâles <sup>2</sup>, ou insuffisamment opaques <sup>3</sup> pour don-

1. Sel mercurique + carbonate de soude ; sels de cuivre + ammoniac ou carbonates alcalins, etc.

2. Sels de manganèse + ammoniac ; sels de chrome + ammoniac ou carbonates alcalins ; sels de bismuth + iodure de potassium ; arséniate + sulfate de cuivre ; sels de cobalt + ammoniac ; chromates + sels mercurieux ; iodures + azotate d'argent, etc.

3. Sels de fer et sels de nickel + ammoniac ; sels de plomb, de bismuth, de nickel, de cuivre, iodures, etc. ; en général toutes les colorations : grises, jaunes, vert pâles.

ner ultérieurement de bonnes reproductions photographiques ;  
 d) les réactions chimiques demandant, pour se produire, un contact intime, par agitation mécanique <sup>1</sup> ou tout autre agent irréalisable dans l'espèce. La cellulöidine s'oppose, en effet, à la diffusion de certains sels ;

e) les corps chimiques donnant par double décomposition des précipités trop abondants, colloïdaux, caillebotés ou gélatineux, ou encore des précipités solubles soit dans un excès de réactif <sup>2</sup>, soit dans la cellulöidine utilisée pour le pelliculage <sup>3</sup>.

Le tableau ci-dessous résume les réactions nous ayant donné de bons résultats pratiques.

N°	SUBSTANCE INTRODUITE DANS LE CREUX CLOISONNAIRE	SUBSTANCE INTRODUITE DANS LE COLLODION	RÉACTION COLORÉE OBTENUE ET DESSINANT LE TRACÉ CLOISONNAIRE
1	Solution aqueuse de tannin.	Sel de fer.	Tannate de fer (noir d'encre).
2	Empois d'amidon fluide.	Solution iodo-iodurée.	Iodure d'amidon (noir-violacé).
3	Sel de fer.	Sulfocyanure de potassium.	Sulfocyanure de fer (rouge foncé).
4	Ferrocyanure. } de potassium.	Sel de fer.	Ferro ou ferricyanure de fer (bleu de Prusse).
5	Ferricyanure. }		
5	Azotate d'argent.	Arséniate de sodium (à saturation).	Arséniate d'argent (brun-chocolat).
6	— —	Chlorure de sodium (anhydre).	Chlorure d'argent (noir-violacé).
7	Phosphate de sodium.	Azotate de cobalt (à saturation).	Phosphate de cobalt (violet).
8	Sel de manganèse (MnO <sup>4</sup> K).		Brun foncé.
9	Sel de mercure (HgC <sup>2</sup> ).	Sulfocyanure de potassium.	Gris foncé.
10	Sel de cuivre (SO <sup>4</sup> Cu).		Noirâtre.
11	Huile organique.	Acide osmique (traces, moins de 0,5 %).	Noir brunâtre.

Les réactions 1, 4, 5, 6 sont particulièrement à recommander.

Malgré leur solubilité dans la cellulöidine, certains autres sels ne peuvent être employés. Déterminant avant le contact, une coloration trop intense de cette dernière, le tracé cloisonnaire manquerait de vigueur.

D'autre part, l'insolubilité dans la cellulöidine de quelques réactifs très sensibles peut être tournée par l'artifice suivant : Sur le sel chimique introduit en solution dans le creux cloisonnaire, faire directement réagir une solution d'un second sel approprié.

1. Sels de cuivre + carbonate de soude ; azotate de cobalt + ammoniaque.
2. Réaction des sels de cuivre + ammoniaque.
3. Sels mercuriques + iodure de potassium.

Le précipité coloré résultant est ensuite pelliculé à la cellulose. S'il y a lieu, les quelques traces colorées subsistant parfois dans le creux cloisonnaire pourront être très rapidement enlevées au collodion officinal. L'échantillon sera remis ainsi dans son état primitif.

Toutes les réactions indiquées ci-dessus peuvent être effectuées également selon ce second mode opératoire.

En outre, de bons résultats ont été obtenus avec les corps suivants :

N <sup>o</sup>	SUBSTANCE INTRODUITE DANS LE CREUX CLOISONNAIRE		RÉACTION COLORÉE OBTENUE
	En premier lieu	En second lieu	
1	Azotate d'argent.	Chromate de potassium.	Chromate d'argent (rouge brique).
2	Sel de cuivre.	Ferrocyanure de potassium.	Rouge violacé.
3	Huile organique.	Vapeurs d'acide osmique.	Noir brunâtre.
4	— —	Teinture d'Alkana.	Orangé.
5	Hématoxyline de Heidenhain.	Alun de fer.	Noir violacé intense.

Pour la réaction 3, très utile vis-à-vis des échantillons poreux, laisser tremper le fossile dans une huile fluide pendant quelque temps, pour assurer à celle-ci une bonne pénétration dans les creux cloisonnaires. Essuyer soigneusement la surface de l'échantillon et exposer ensuite aux vapeurs d'une solution très faible d'acide osmique frais <sup>1</sup>.

*Remarques générales.* — Utiliser de préférence comme substances chimiques les sels les plus solubles (carbonates, azotates, chromates, arsénites, etc.) à forte concentration ou à saturation, sauf dans les cas où une réaction trop sensible <sup>2</sup> provoquerait des diffusions et des étalements colorés. Éviter en général les sulfates et chlorures <sup>3</sup> pouvant produire à la longue des décolorations.

Pour s'initier à la méthode, exécuter d'abord quelques rapides essais au collodion officinal.

Toutes les réactions indiquées sont applicables sans inconvénient sur les échantillons siliceux, calcaires ou marno-calcaires. Pour les échantillons pyriteux ou ferrugineux, ne pas employer

1. Le maniement de ce corps très irritant demande quelques précautions.
2. Sulfocyanure de potassium + sel de fer.
3. Comme l'huile de ricin et la glycérine, les chlorures communiquent cependant au collodion des propriétés élastiques.

bien entendu les réactions 1, 3 et 4 du premier tableau. Elles occasionneraient des réactions colorées sur toute la pellicule et pourraient détériorer plus ou moins la surface du fossile <sup>1</sup>.

Sur les échantillons poreux (marneux ou marno-calcaires) les réactifs liquides produisent souvent des étalements. On peut alors y remédier soit en rendant la solution plus visqueuse (addition d'huile, de sucre, d'arséniate de sodium, etc.), soit par un silicage ou un gommage préalable. L'emploi des procédés aux pâtes solides (noir de fumée, vermillon, minium, etc.) ou à l'acide osmique + huile est aussi tout indiqué.

Dans la très grande majorité des cas, les tracés cloisonnaires obtenus par les colorations chimiques liquides sont de beaucoup supérieurs à ceux fournis par le procédé aux poudres ou pâtes solides, surtout comme finesse de reproduction et homogénéité du tracé. D'un emploi bien plus facile, cette méthode nouvelle s'applique avec succès aux larges creux cloisonnaires comme aux tracés extrêmement fins des petits échantillons. Son exactitude est rigoureuse, mécanique et pratiquement indépendante de l'habileté de l'opérateur.

#### B. TRACES CLOISONNAIRES SE PRÉSENTANT SANS AUCUNE DÉNIVELLATION A LA SURFACE DU FOSSILE.

Du fait de certaines conditions spéciales de fossilisation ou à la suite du remplissage par une gangue les tracés cloisonnaires peuvent se présenter sans aucun relief différentiel par rapport aux régions contiguës. Et dans ces circonstances ils sont indiqués quelquefois seulement par une coloration plus foncée. Ce cas spécial se rencontre assez fréquemment chez les Ammonites de certains gisements bajociens et bathoniens, des calcaires-marbres de l'Ammonitico-rosso et du Lias inférieur, etc.; il se présente encore chez quelques tests de substitution.

Plusieurs procédés sont applicables :

a) *Echantillons constitués par une substance non poreuse ni avide d'eau.*

Sur le fossile, suivre directement le tracé cloisonnaire au crayon noir dur, ou mieux à la plume avec un colorant approprié

1. Une mince couche transparente de collodion constitue un enduit imperméable de choix remplaçant avec succès le silicate, le pétrole brut, la paraffine, etc., employés souvent dans les collections pour préserver les échantillons pyriteux d'oxydations ultérieures. La celluloidine est aussi à recommander pour consolider certains échantillons fragiles.

(réactifs de la cellulose par exemple). La trace colorée sera ensuite pelliculée (*Procédé par calquage direct*).

On peut aussi recouvrir d'un colorant l'intervalle compris entre les traces de deux cloisons successives (*Procédé par silhouettage direct*).

b) *Échantillons poreux ou avides d'eau.*

Recouvrir préalablement la région cloisonnaire d'une mince couche de celluloïdine fluide et laisser sécher. Par transparence, dessiner ensuite ou silhouetter le tracé cloisonnaire<sup>1</sup>. Pelliculer ; on enferme ainsi la trace colorée entre deux membranes de celluloïdine (*Procédés par calquage et silhouettage intrapelliculaire*).

On peut encore suivre la trace cloisonnaire avec une solution chimique appropriée et capable de réagir ultérieurement sur un autre sel dissout dans la celluloïdine utilisée pour constituer la seconde membrane d'enveloppe (*Procédé par calquage et réaction chimique colorée intrapelliculaire*).

Enfin, la première couche de celluloïdine peut être remplacée par une couche mince et translucide de cire blanche ou de paraffine appliquée à chaud sur la surface du fossile. Après refroidissement, et à l'aide d'une pointe fine (aiguille à dissection) suivre tous les détails du tracé cloisonnaire.

Cet artifice nous ramène au cas où la cloison se profile en creux à la surface de l'échantillon, et tous les modes opératoires indiqués dans la première partie de ce travail deviennent applicables sans difficulté nouvelle (*Procédé par gravure*). Comparativement, la présence d'une matière grasse comme substratum retarde pendant le séchage de la celluloïdine.

Ces procédés simples, faciles, rapides, sont par contre plus ou moins sujets tous à des erreurs d'interprétation personnelle et dépendent, dans une certaine limite, de l'habileté au dessin de l'opérateur. Pourtant les profils ainsi obtenus sont de beaucoup supérieurs aux dessins à la chambre claire comme exactitude, régularité et facilité d'exécution.

Par suite de conditions très spéciales et assez rares de fossilisation, la trace cloisonnaire offre quelquefois une teinte très différente de celle des parties contiguës — ou sépare deux segments successifs très inégalement colorés<sup>2</sup>. D'où un contraste quelquefois suffisant pour un enregistrement photographique possible.

1. Outre les colorants de la cellulose, l'encre de Chine convient aussi. Par contre, appliquée directement sur le fossile, elle pellicule généralement mal. Le degré plus ou moins grand d'adhérence à la pellicule varie surtout avec la composition lithologique des échantillons.

2. Ce qui est dû souvent à une composition lithologique différente : calcite et calcaire amorphe, calcite et harytine, calcite et phosphate, etc.

Nous avons tenté de réaliser une *Autophotographie* des tracés cloisonnaires. L'échantillon, exposé d'abord longuement à la lumière, était ensuite recouvert, à la chambre noire, d'une cellulöidine sensibilisée selon les formules habituelles utilisées en photogravure. Les résultats, sans être négatifs, ne nous engagent pas actuellement à décrire ce procédé capable d'une reproduction automatique absolument fidèle. Malgré une émulsion très sensible, un séjour d'une semaine à l'obscurité est parfois nécessaire avant de pouvoir, au développement, déceler les éléments du tracé cloisonnaire. Enfin l'azotate d'argent diffuse toujours plus ou moins à travers la pellicule et noircit finalement l'échantillon. Nous nous proposons cependant de continuer les recherches sur ce procédé.

### C. TRACE CLOISONNAIRE SE PRÉSENTANT EN RELIEF A LA SURFACE DU FOSSILE.

Par suite de certaines conditions mécaniques de fossilisation, deux compartiments successifs de l'Ammonite peuvent présenter, sur tout ou partie de leur limite commune, une dénivellation d'allure variable, suivant la direction de la poussée ou de la compression <sup>1</sup>.

Le procédé par impression directe est alors seul applicable. Recouvrir la région limite des deux compartiments faillés de couches successives de cellulöidine assez épaisse. La partie en saillie de cette pellicule non plane silhouettera seule sa trace sur le papier, dessinant ainsi la ligne de contact des deux compartiments considérés, c'est-à-dire le tracé cloisonnaire.

Quand la dénivellation s'est effectuée normalement au plan de symétrie de la coquille, elle sera, pour un même segment, positive sur un flanc, négative sur l'autre, et sensiblement nulle dans les régions siphonale et subsiphonales. Si la compression s'est effectuée obliquement ou parallèlement au plan de symétrie, la dénivellation aura, par contre, son maximum vers la région siphonale. L'impression, au lieu d'une silhouette continue d'un seul côté, présentera une série de zones colorées alternant de part et d'autre au-dessus et au-dessous de la ligne de contact. Cette impression peut être améliorée, s'il est nécessaire, au moyen d'une feuille de papier fort placée sous la pellicule dans les régions saillantes ou sur la pellicule dans les régions déprimées.

1. Cas souvent réalisé chez les échantillons marneux ou marno-calcaires du Crétacé.

Enfin, on obtient rapidement un dessin excellent en appliquant à la presse la pellicule non encrée sur un papier assez mince. La ligne de contact y sculpte une série de creux très faciles à suivre à l'encre.

En général les tracés cloisonnaires obtenus n'ont pas toujours la finesse et l'exactitude désirables. En effet, par suite des déformations verticales ou tangentielles, certains détails de la cloison sont plus ou moins rongés sur leurs bords. La reproduction entière de la trace cloisonnaire n'est pas toujours possible; souvent, un flanc ou une partie de flanc sont seuls utilisables.

Quoi qu'il en soit, la méthode des empreintes à la cellulöidine permet d'obtenir pratiquement la reproduction exacte et rapide des traces cloisonnaires des Ammonoïdés, et ce, dans tous les cas possibles. Beaucoup moins coûteuse que le procédé des photographies successives par fuseaux juxtaposés, elle est plus exacte et moins fatigante que le dessin à la chambre claire; elle ne nécessite pas le matériel important et compliqué des reproductions galvanoplastiques <sup>1</sup>.

Avec un peu de patience, on obtiendra rapidement d'excellents résultats.

En vue de travaux originaux, les tracés cloisonnaires colorés sur pellicule sont directement photographiables. A cet effet, utiliser de préférence des plaques orthochromatiques à grain fin ou des plaques à diapositives. Pour l'impression, l'auteur fournit généralement un dessin agrandi, réduit ultérieurement par l'imprimeur aux dimensions convenables.

On peut, par agrandissement direct de la pellicule, en obtenir de suite des épreuves sur papier. Cependant, malgré la compression entre lame et lamelle, la pellicule n'est pas toujours rigoureusement plane, ce qui se traduit sur l'agrandissement par des inégalités dans la mise au point. Aussi, il est préférable, en diaphragmant un peu, d'exécuter un négatif agrandi qui fournira une image nette et des épreuves parfaites.

On peut aussi obtenir rapidement des dessins très exacts. Avec le négatif, impressionner légèrement un papier photographique à contraste et d'assez forte épaisseur <sup>2</sup>; arrêter le développement au moment où le tracé cloisonnaire commence à devenir visible. Après séchage, suivre ce dernier à l'encre de Chine, ce qui permettra de rectifier en même temps les légères incorrections, bavures

1. Ce procédé n'est d'ailleurs applicable que dans un petit nombre de cas.

2. Velox Regular Glossy ou Velvet, Guilleminot S. F., Lumière C brillant ou mat, etc.



accidentelles, ou irrégularités provenant originellement de l'échantillon. Réduite ensuite par l'imprimeur, cette épreuve sera toujours supérieure, comme exactitude, richesse de détails et finesse de trait aux meilleurs dessins habituels sur papier bristol ou sur papier couché.

---

## ORNEMENTATION PEU CONNUE CHEZ CERTAINES AMMONITES JURASSIQUES

PAR **P. Petitclerc**<sup>1</sup>.

M. le D<sup>r</sup> Henri Caillet, à Vesoul, m'a fait remarquer récemment qu'il avait parfaitement reconnu, à la surface de plusieurs Ammonites de sa collection, sans recourir à la loupe, l'existence d'ornements légers en forme de petites aigrettes indépendantes des côtes habituelles.

Ces aigrettes, fort ténues et sans relief, au lieu de se diriger du côté de l'ouverture, comme on serait tenté de le croire, s'étendaient, au contraire, dans le sens inverse.

Le croquis ci-joint, dessiné avec beaucoup de netteté par M. Caillet, fera, du reste, mieux comprendre l'allure des susdites aigrettes qui, à notre avis, faisaient partie du test de la coquille, autrement dit de sa première enveloppe.

Il est juste d'ajouter toutefois que les ornements dont il s'agit ne sont perceptibles que sur certains échantillons en bon état de conservation.

L'Ammonite [un *Oxycerites* (*Harpoceras*) *Fromenteli* COQUAND], sur laquelle M. le D<sup>r</sup> Caillet a porté spécialement ses investigations, provient de l'Oxfordien inférieur de Tarcenay (Doubs) et de la partie supérieure des couches à *Creniceras Renggeri*. Elle n'est pas entière, mais ce qui subsiste du dernier tour laisse bien voir les fines aigrettes signalées plus haut : elles chevauchent sur une bonne partie des côtes externes<sup>2</sup>.

A mon tour, j'ai cherché à savoir si je découvrirais de semblables ornements sur d'autres échantillons de ma propre collection ; je n'ai pas tardé à en apercevoir sur un spécimen recueilli dans le même niveau, à Epeugney (Doubs).

Pour être assuré que ma communication n'annonçait pas une chose déjà connue et présentait, au contraire, un réel intérêt, j'ai eu recours à l'opinion de plusieurs savants et, en

1. Note présentée à la séance du 4 novembre 1918.

2. Le genre *Oxycerites* a été proposé en 1909 par M. le D<sup>r</sup> L. Rollier, pour représenter certaines Ammonites dont la quille est élevée, parfois coupante, etc. (*Archives des sciences physiques et naturelles de Genève*, 114<sup>e</sup> année, 4<sup>e</sup> période, t. XXVIII, tableau, p. 3).

J'ai cru devoir adopter ce mode de classification qui me paraissait bien fondé.

particulier, à MM. A. de Grossouvre et L. Rollier, sans doute mieux renseignés que moi. Mes deux excellents confrères ont été unanimes à reconnaître qu'il s'agissait bien, en l'espèce, d'un fait nouveau, ou tout au moins intéressant, qui jusqu'alors avait dû passer inaperçu.

On savait bien, par exemple, que, dans des Ammonites du Lias, des zones à *Arietites obtusus* et *Ægoceras Henleyi*, pour ne citer que celles-là, de fines lignes longitudinales, séparées par un intervalle régulier et assez court, couvraient la surface entière de la coquille, et que sous ces lignes apparaissaient seulement, bien en relief cette fois, les côtes transverses habituelles, plus ou moins nombreuses et fortes selon l'espèce et l'âge.

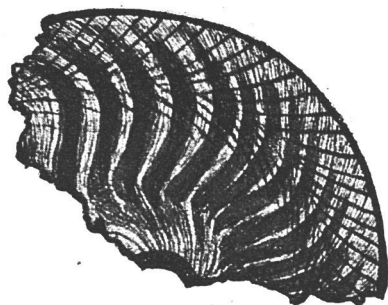


FIG. 1. — Fragment d'*Oxycerites (Harpoceras) Fromenteli* COQUAND. — Partie supérieure des couches à *C. Renggeri* de l'Oxfordien inférieur de Tarcenay (Doubs).

Mais il ne s'était agi, pour le moment, que d'ornements parallèles au bord siphonal, constituant vraisemblablement l'épiderme des Ammonites.

A ma connaissance, aucun auteur, dans ses diagnoses, n'a fait allusion aux délicats ornements que M. le D<sup>r</sup> Caillet a appelés, avec beaucoup de raison, des « aigrettes ».

## NOTES D'EXCURSIONS ET REMARQUES SUR LE BASSIN HOULLER DE LA BASSE LOIRE

PAR **A. Carpentier**<sup>1</sup>.

PLANCHES III ET IV.

Le bassin houiller de la Basse Loire s'étend, à travers le département de Maine-et-Loire et la Loire-Inférieure, sur une longueur d'environ 109 kilomètres et suivant une direction Sud-Est Nord-Ouest<sup>2</sup>. Je me propose de faire connaître les résultats d'excursions dans la vallée du Layon ; à Beaulieu et Saint-Aubin de Luigné ; au Sud du Louet, entre Rochefort-sur-Loire et Chalonnnes. Ces localités sont situées au Sud de la Loire et en Maine-et-Loire<sup>3</sup> ; au Nord de ce fleuve, le prolongement oriental du synclinal de Mouzeil a été étudié à la Bertaudrie et à la Gautellerie (Loire-Inférieure).

BEAULIEU. — L'ancien puits, dont on a examiné les déblais, est situé au lieu dit les Planches, sur le coteau qui domine au Nord la vallée du Layon et environ à 800 m. au Sud-Ouest du clocher de Beaulieu.

### *Fossiles de Beaulieu*<sup>4</sup>.

- |   |  |
|---|--|
| <p>*<i>Equisetum antiquum</i> E. BUREAU.<br/><i>Archæocalamites radiatus</i> BRONGT<br/><i>sp.</i><br/><i>Calamites Suckowi</i> BRONGT.<br/><i>Calamites ramosus</i> ARTIS nr.<br/>*<i>Sphenophyllum tenerrimum</i> ETTING.<br/><i>Stigmaria ficoides</i> BRONGT.<br/><sup>1</sup><i>Pecopteris aspera</i> BRONGT.<br/>*<i>Mariopteris acuta</i> ZEILLER.</p> | <p>*<i>Sphenopteris dissecta</i> BRONGT.<br/>ac.<br/>* — <i>elegans</i> GOEPPERT C.<br/>* — <i>distans</i> STERNB. nr.<br/>* — <i>Dubuissoni</i> BRONGT<br/><i>sp. ac.</i><br/>*<i>Zeilleria moravica</i> E. BUREAU<br/><i>gen. nr.</i><br/><i>Telangium sp.</i><br/>Graines de Ptéridospermées.</p> |
|---|--|

On note surtout la fréquence dans certains schistes de toit des

1. Note présentée à la séance du 4 novembre 1918.

2. E. BUREAU. Bassin houiller de la Basse Loire, fasc. I, chap. III, pp. 337-414. *Etudes des gîtes minéraux de la France*, 1910.

3. Voir surtout les deux cartes géologiques des environs de Chalonnnes et Montjean dans le *Livret guide de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Nantes et à Chateaubriant*, septembre 1908. — Carte géologique à 1/80 000, Ancenis SE et Angers SW.

4. Les espèces signalées par E. Bureau dans sa flore sont précédées par une astérisque \* ; c = commun, ac = assez commun ; r = rare ; nr = non rare.

*Sphenopteris* du groupe *Sph. elegans*, *Sph. dissecta*; l'abondance par places de rachis du type *Heterangium*. On n'a pas signalé jusqu'ici de *Lepidodendron* ou de *Lepidophloios*; cependant certains schistes sont remplis de rhizomes et d'organes traçants de *Stigmaria*.

SAINTE-AUBIN DE LUIGNÉ (Fig. 1). — L'exploitation de l'ancien puits des Anglais, situé à l'Ouest de l'église de Saint-Aubin, près la route de Rochefort-sur-Loire à Saint-Aubin, a été reprise depuis la guerre. Les schistes provenant de ces travaux ont fourni :

*Calamites Suckowi* BRONGT.

\* *Lepidodendron selaginoïdes*

*Sphenophyllum tenerrimum* ET-  
TING NR.

STERNB.

*Diplothemema cf. depauperatum*

*Pecopteris aspera* BRONGT. AC.

BUREAU.

Parmi ces fossiles, le *Lepidodendron selaginoïdes* avait été signalé<sup>1</sup>; on en trouve ici de beaux spécimens.

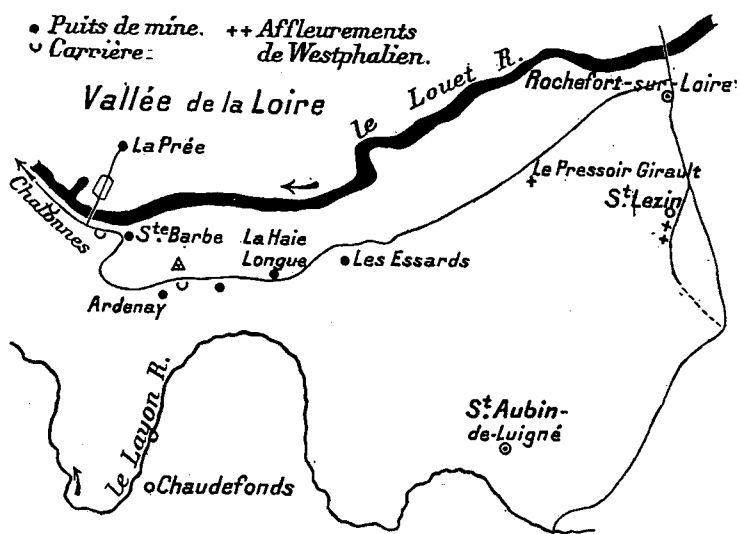


FIG. 1. — EXCURSIONS ENTRE ROCHEFORT ET CHALONNES-SUR-LOIRE.

ROCHEFORT A CHALONNES. — L'excursion de Rochefort, Chalonnes, Montjean est classique<sup>2</sup>. Entre Rochefort et le Pressoir

1. E. BUREAU. Flore fossile du Bassin de la Basse Loire, p. 135.

2. Voir : E. et L. BUREAU, DAVY et DUMAS. Compte rendu. Réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Nantes, Chalonnes et Chateaubriant. *B.S.G.F.*, VIII, pp. 639-641, 1908. — *Id.* *Livret guide*. Réunion extraordinaire etc., 48 p., 2 pl., Nantes, chez A. Dugas, 1908. — O. COUFFON. Compte rendu. Session extraordinaire Soc. d'Etudes scientifiques d'Angers à Chalonnes. *Bull. Soc. E. S. Angers*, XXXV, 1905.

Girault, dans un pli de Gothlandien, gît un lambeau de Westphalien ; au delà, entre la Gourdinière et Chalonnnes, le *Culm* dessine un pli synclinal connu dès longtemps.

*Westphalien.* Les recherches de Triger, de MM. E. et L. Bureau ont fourni les documents établissant l'existence en ce point du Westphalien. Le gisement fossilifère, où M. L. Bureau a bien voulu me conduire, se trouve près la route de Rochefort à Chalonnnes, dans un chemin de terre, environ à 1 km. 350 au Sud-Ouest du clocher de Rochefort. Les bancs de schistes et psammites jaunâtres y sont dressés.

On peut très bien observer le prolongement vers l'Est de ce Westphalien près la chapelle Saint-Lezin, à 1 km. 100 au Sud de l'église de Rochefort (Fig. 2).

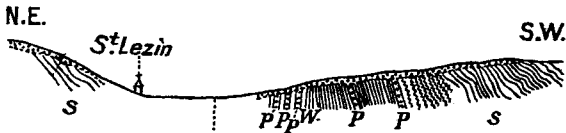


FIG. 2. — Lambeau WESTPHALIEN DE ROCHEFORT.

S, Schistes sériciteux gothlandiens ; W, Westphalien ; p, poudingues.

*Coupe du Nord au Sud :*

- a) Schistes sériciteux gothlandiens.
- b) Grès et poudingues houillers : *Cordaites c. Neuropteris aff. gigantea* St.
- c) Schistes fins : *Cordaites*, rachis de Ptéridospermées.
- d) Lits schistoïdes grisâtres à empreintes végétales, et galets quartzeux.
- e) Schistes fins gaufrés, plissotés (Gothlandien).

Les poudingues se trouvent à plusieurs reprises dans les schistes et psammites jaunâtres ; leurs galets sont empruntés aux schistes sériciteux, aux phanites gothlandiens, aux microgranulites schisteuses dont plusieurs affleurements apparaissent, à proximité, sur le territoire de Rochefort.

Les schistes gothlandiens sont très plissés, surtout au contact des psammites et schistes houillers.

GISEMENTS FOSSILIFÈRES, ENTRE LA HAIE LONGUE (HAMEAU DE ST-AUBIN DE LUIGNÉ) ET CHALONNES-SUR-LOIRE. Niveau du *Culm*<sup>1</sup>. — Carrière de Malécots, ouverte au sommet de la côte entre La Haie

1. A signaler l'exploitation reprise tout récemment de deux veines, l'une au lieu-dit les Essarts, l'autre à la Haie Longue. Le premier gisement est remarquable par la présence de poudingues à galets quartzeux et à galets de microgranulite ou de pierre carrée.

Longue et Ardenay (commune de Chaudefonds). On y exploite pour l'empierrement des routes la pierre carrée, tuf porphyrique de microgranulite. La coupe suivante est relevée du Sud au Nord (Fig. 3).

- a) Schiste grisâtre de pierre carrée : *Stigmaria ficoides in situ* (S).
- b) Pierre carrée à Calamites : *C. apprimatiformis* et *Lepidophloios laricinus*.
- c) Pierre carrée compacte, bancs à surface irrégulière : *Calamites Cistii*, *C. ramosus*...
- d) Roche très dure, très compacte, fragments alités de fins *Sphenopteris* (ex. *Sph. dissecta*).
- e) Niveau n à *Sphenophyllum Davyi* E. BUREAU, pierre carrée schistoïde ; autres fossiles : *Sphenophyllum tenerrimum* ETT. ; *Bornia transitionis* ; *B. pachystachya* BUREAU ; *Calamostachys occidentalis* BUREAU ; *Ulodendron* ; *Lepidophloios laricinus* et son *Lepidostrobus* ; *Lepidodendron selaginoïdes*, *L. Lycopodioides* et leurs strobiles ; *Lepidophyllum sp.* ; *Pecopteris aspera* ; *P. dentata*, stérile ; an *Mariopteris*?... ; *Aneimites fertilis* WHITE, stérile ; *Sphenopteris dissecta*, *Sph. Moravica* ; *Hymenophyllum antiquum* BUREAU ; *Rhacopteris cf. paniculifera* STUR. *Pterispermostrobus*, fragments.
- f) Niveau n' = niveau à *Calamites Cistii*, *C. Suckowi*..., pierre carrée dure comme du silex, zones à fragments de *Sphenopteris* délicats ; bancs schistoïdes à *Sphenophyllum Davyi* BUREAU.

Depuis la guerre, on a exploité la houille au Nord et au Sud de la carrière de Malescots. Au Nord, entre la Haie Longue et la

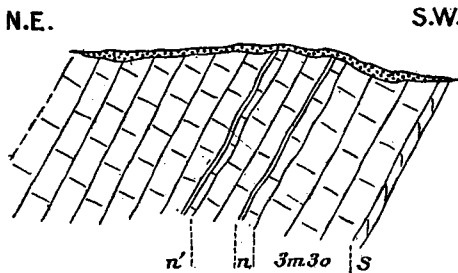


FIG. 3. — CARRIÈRE DE MALESCOTS.

carrière, on a mis à jour des grès quartzo-feldspathiques à *Calamites* et des schistes tendres à nombreuses empreintes de *Lepidodendron* : *L. selaginoïdes* et *L. lycopodioides*, *L. ophiurus* dont on trouve les rameaux, les strobiles, les écailles, les sporanges et spores. *Archæocala-*

*mites scrobiculatus* n'y est pas rare.

Au Sud de la carrière, au lieu-dit *les Bourgognes*, on pouvait recueillir, il y a quelques mois, dans des schistes en contact avec un banc de carbonate de fer lithoïde, un *Sphenopteris* qui paraît voisin du *Sph. (Diplothema) contracta* BUREAU et le *Sphenopteris elegans*.

PUITS SAINTE-BARBE DES MINES. — Les travaux en sont depuis des

années abandonnés, mais la Faculté libre des Sciences d'Angers possède de ce gisement un lot de fossiles, que le savant et regretté abbé Hy avait recueillis vers 1878<sup>1</sup>. Ce sont :

- |   |  |
|---|--|
| <i>Sphenophyllum tenerrimum</i> ERTING. C.                | <i>Lepidophloios laricinus</i> STERNB.       |
| <i>Asterocalamites radiatus</i> BRGT. sp.                 | <i>Lepidophyllum lanceolatum</i> L. et H.    |
| <i>Calamites Cistii</i> BRONGT. ac.                       | <i>Lepidostrobus</i> .                       |
| — <i>Suckowi</i> STUR. ac.                                | <i>Ulendendron minus</i> LINDL. et HUTTON.   |
| — <i>ramosus</i> WEISS.                                   | <i>Pecopteris aspera</i> BRGT. c.            |
| <i>Annularia stellata</i> SCHL. FR.                       | <i>Pecopteris dentata</i> BRONGT.            |
| <i>Stigmaria ficoides</i> BRONGT. c.                      | — <i>arborescens</i> BRGT. (E. BUREAU).      |
| <i>Sigillaria Scholtheimi</i> BRGT., f. <i>communis</i> . | An <i>Corynepteris</i> ?                     |
| <i>Lepidodendron lycopodioides</i> ST.                    | <i>Sphenopteris dissecta</i> BRONGT.         |
| — <i>selaginoides</i> STER.                               | — <i>Dubuissoni</i> BRGT.                    |
| — <i>Jarazewskii</i> ZEIL-<br>LER (E. BUREAU).            | <i>Zeilleria moravica</i> BUR. gen. nr.      |
| — <i>veltheimianum</i><br>STERNB. (E. BUREAU).            | <i>Alethopteris aff. Serli</i> BRGT. FR.     |
| <i>Syringodendron</i> sp.                                 | <i>Rhacopteris cf. paniculifera</i> STUR sp. |

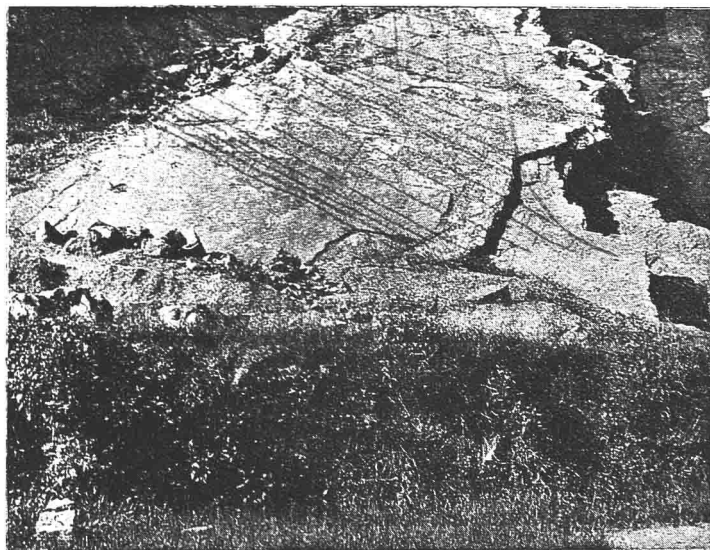


FIG. 4. — CARRIÈRE DE LA DRESSIÈRE (cliché P. Fauvel),  
Trois niveaux schistoïdes à ripple-marks.

Les *Sphenophyllum* de cette collection sont bien conservés. On

1. Je remercie M. le Professeur Ferronnière, qui m'a autorisé à utiliser ces documents.



reviendra dans les conclusions sur la présence à Sainte-Barbe des *Pec. arborescens*, *Alethopteris aff. Serli* et *Annularia stellata*.

PIERRE CARRÉE A L'OUEST DE SAINTE-BARBE. — Deux carrières sont entaillées dans les bancs de pierre carrée, l'une située entre la chapelle et la Mine de la Prée, peut être dénommée carrière Sainte-Barbe, l'autre au delà de l'ancien puits de la Prée : carrière de la Dressière.

*Carrière Sainte-Barbe.* La pierre carrée offre toutes les variations de texture, tantôt compacte, tantôt contenant de gros cristaux de feldspath ; on attire sur ce gisement l'attention des pétrographes. On a reconnu la présence du *Dactylothea aspera* dans la pierre carrée même et dans un lit de schistes noirs bitumineux : des organes épars, ayant appartenu à des *Lepidodendrées* (écailles très acérées, sporanges, spores) et des débris de *Cycadofilicinées* (microsporangies, rachis). Ce lit schisteux est visible sous une épaisseur de 0 m. 40.

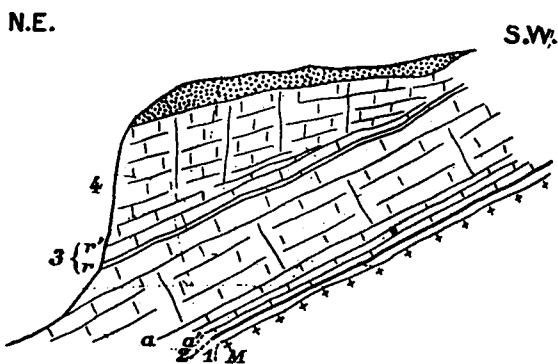


FIG. 5. — CARRIÈRE DE LA DRESSIÈRE.

4. Pierre carrée compacte. *Calamites*, *Bornia*, *Ptéridospermées* (5 m.) ; 3. Niveaux schistoïdes à ripple-marks, *r* et *r'* ; banc siliceux (1 m. 10) ; 2. Pierre carrée compacte ; en *a* et *a'* *Stigmaria* et *Lepidodendron* (2, 90) ; Passage schistoïde charbonneux (0, 20) ; 1. Bancs irréguliers : troncs debout ; écorces aplaties de *Lepidodendrées* (*Knorria*) (1 m.) ; Passage à la microgranulite M.

*Carrière de la Dressière* (Fig. 4 et 5). On y remarque du Sud au Nord, ou de la base au sommet :

1. Bancs schisteux irréguliers à écorces de *Calamites* et *Lepidodendron* ;  
Petit lit de houille ;
2. Banc traversé de troncs obliques, parallèles, de *Lepidodendrées* ;
3. Pierre carrée offrant plusieurs surfaces étagées de ripple-marks (fig. 4).

A Chalonnès, au lieu-dit *Désert*, dans une île de la Loire, les déblais d'un ancien puits ont fourni une empreinte de *Sigillaria* appartenant au groupe du *S. venosa* BRGT. et une autre identique au *S. rugosa* de E. Bureau (pl. xxxvi, fig. 3). Les Sigillaires sont très rares dans le *Culm*.

LA GAUTELLERIE ET LA BERTEAUDRIE (*Loire-Inférieure*). — Au Nord de la Loire, dans la région de la Loire-Inférieure qui confine au département de Maine-et-Loire, le synclinal carbonifère de Teillé-Mouziel est dévié par une faille sensiblement Nord-Sud, qui le rejette vers le Sud. On y exploitait la houille avant la guerre, à la Gautellerie, à 7 km. au Nord de la station de Varades et à la Berteaudrie, à 4 km. au Nord-Nord-Ouest de la station de Montrelais. J'y ai fait quelques recherches en 1914 sous la direction de M. L. Bureau et en 1918. En voici les résultats<sup>1</sup> :

* <i>Stigmaria ficoides</i> BRGT.	<i>Lyginopteris</i> c.
<i>Lepidophloios laricinus</i> STERNB.	<i>Heterangium</i> c.
<i>Lepidophyllum lanceolatum</i> L. et H.	<i>Sphenopteris, dissecta</i> BRGT. ac.
* <i>Lepidodendron selaginoides</i> STERNB.	— <i>elegans</i> BRGT.
<i>Lepid. lycopodioides</i> STERNB. nr.	— <i>Dubuissoni</i> BRGT. nr.
<i>Ulodendron majus</i> L. et H.	— <i>cf. depauperata</i> BUREAU.
* <i>Sphenophyllum tenerrimum</i> ET.	<i>Pterispermostrobus</i> sp.
* <i>Calamites Cistii</i> BRGT.	<i>Lagenospermum</i> , graines trouvées avec le <i>Calymmatotheca tenuifolia</i> E. BUREAU sp.
• — <i>Sukowi</i> BRGT.	
• — <i>ramosus</i> ART. sp.	
* <i>Dactylothea aspera</i> BRGT. nr.	

ÉTUDE DE QUELQUES VÉGÉTAUX FOSSILES, NOUVEAUX OU PEU CONNUS, DU CULM DE LA BASSE LOIRE<sup>2</sup>.

1. *SPHENOPHYLLUM DAVYI* E. BUREAU<sup>3</sup>.

Pl. III et pl. IV, fig. 1, 2, 3<sup>3</sup>.

*Axes*. Les entrenœuds sont parfois étroits, allongés comme en représente E. Bureau (pl. LXX, fig. 1) ; mais la plupart des spécimens dont il s'agit ont de courts entrenœuds : les entrenœuds

1. E. Bureau a signalé, outre les fossiles marqués du signe \*, les *Bothrodendron Carnegianum*, *Lepidodendron rimosum*, *Sigillaria minima* et *Lepidodendron Jaraczewskii*, aux Mines de Montrelais.

2. Je dois au talent de M. A. Guéry, bibliothécaire de l'Université catholique d'Angers, les clichés des deux planches qui accompagnent ce travail. Qu'il veuille bien agréer l'expression de ma vive gratitude.

3. E. BUREAU. Flore fossile, Bassin de la Basse Loire, pp. 208, 209, pl. LXX, fig. 1, 2 ; an fig. 3 et 4.

des axes figurés (Pl. III, fig. 1 et 2) varient de 5 à 4 mm. pour la hauteur; les nœuds sont renflés; la surface des entrenœuds, rarement préservée, est ornée de côtes longitudinales. Il semble qu'on ait affaire à des extrémités d'axes feuillus.

*Feuilles.* Elles paraissent disposées en verticilles, leur base d'insertion est large, ce qui est dû à leur condescence dans la région basilaire; on en compte de 6 à 9 par verticille. Elles sont cunéiformes, mesurent en moyenne 25 mm. de longueur et 9 mm. de largeur dans leur région distale qui offre des dents aiguës, consistantes, longues de 8 à 9 mm. Les feuilles sont courbées, à concavité supérieure, souvent géniculées (Pl. III, fig. 2-5 et surtout Pl. IV, fig. 1), se recouvrent étroitement les unes les autres comme l'indiquent les figures 2a et 3 de la Planche I. Les nervures se bifurquent à la base des feuilles, suivent un trajet parallèle jusqu'au sommet des dents.

Je n'ai pas trouvé de grandes feuilles comme celles que E. Bureau a cru pouvoir rapporter à la même espèce<sup>1</sup>. L'empreinte (Pl. IV, fig. 5) rappellerait ces formes, mais sa nervation la rapprocherait plutôt des *Cordaitales*?

*Strobiles.* La découverte de fructifications permettrait seule d'identifier nettement la plante dont il s'agit. Il est possible que les figures 2 et 3 (Pl. IV) et 7 (Pl. III) représentent des fragments de strobiles, à bractées soudées en collerette à leur base, libres en leur partie distale. Les sporanges sont inconnus; on signale cependant dans les mêmes roches quelques groupes de sporanges disposés en rosettes par quatre et ressemblant à ceux de certaines espèces houillères, d'après les travaux de Zeiller, Kidston, Bertrand.

*Provenance.* Pierre carrée, carrière de Malécots, entre la Haie Longue et Ardenay.

*Observations.* Cette plante remarquable n'était connue jusqu'ici que dans la pierre carrée de Montjean. Elle a dû se développer abondamment dans la localité étudiée et s'est trouvée enlisée sur place ou à peu près, comme en témoigne l'état de conservation de ses nombreux verticilles, dont les feuilles étaient toutefois très adhérentes à l'axe.

## 2. *MACROSTACHYA BUREAU* n. sp.

Pl. IV, fig. 6.

Strobile de grande taille, sa longueur totale dépassait 13 cm.; l'axe est recourbé à la base. Chaque nœud porte de nombreuses

1. *Op. cit.*, pl. LXX, fig. 3, 3A; 4, 4A.

bractées, qui ont une hauteur de 5 à 6 mm. vers le milieu du strobile, sont longuement concrescentes, libres à leur partie distale, terminée en pointe subaiguë.

*Provenance.* Pierre carrée, carrière de Malécots.

*Remarques.* On n'a pas encore signalé ce grand strobile dans le *Culm* de la basse Loire. L'espèce est dédiée à MM. Édouard et Louis Bureau, en témoignage de reconnaissance. Les tiges qui ont porté ces strobiles appartiennent au genre *Calamitina*<sup>1</sup> représenté par un fragment d'écorce dans le même gisement<sup>2</sup>.

### 3. *LEPIDOSTROBUS* du *LEPIDOPHLOIOS LARIGINUS* STERNB.

Pl. IV, fig. 7.

Strobile visible sur une longueur de 40 mm. en section longitudinale, montrant treize bractées en ordre spiralé. La partie distale du sporangiophore mesure 19 mm. : c'est le *Lepidophyllum lanceolatum* LINDL. et HUTTON, trouvé souvent isolé sur les schistes du *Culm* de la basse Loire.

*Provenance.* Pierre carrée du même gisement.

### 4. *PTERISPERMOSTROBUS*.

Petites capsules charbonneuses, peut-être constituées de deux à quatre sacs polliniques ou microsporanges ? Rappelant beaucoup le *Telangium nutans* du Westphalien du Bassin de Valenciennes. Les microsporanges ? sont ici plus longs (1,5 à 2 mm.) et sont mêlés aux frondes du *Sphenopteris (Calymmatotheca) Dubuissoni* BRGT. sp. (Pl. IV, fig. 8).

De petits microsporanges sont signalés à Beaulieu (longueur = 1 mm.).

*Provenance.* Schistes du *Culm*. La Gautellerie, la Berteaudrie (Loire-Inférieure).

### 5. *ZEILLERIA MORAVICA* BUREAU gen.

Pl. IV, fig. 10.

Petites capsules charbonneuses, longues de 1 mm., formées de quatre lobes aigus, simulant des cupules ouvertes et terminant les ultimes divisions d'une fronde. Sont-ce des cupules ou des groupes de microsporanges ? On croirait voir un organe ovoïde central dans une cupule minuscule ouverte (Fig. 10) ?

*Provenance.* *Culm* de Beaulieu (Maine-et-Loire).

1. F. PELOURDE. Paléontologie végétale, p. 44, 1914.

2. Voir aussi E. BUREAU. Flore fossile, p. 228.

6. *LAGENOSPERMUM ACUTIFOLIA* E. BUREAU sp. <sup>1</sup>

Pl. IV, fig. 11, 12, 13.

Graines de Ptéridospermée (*Sphenopteris*) encore encloses dans leurs cupules. Celles-ci comptaient de six à huit valves, longues de 11 à 13 mm. et très aiguës au sommet (Fig. 11).

*Provenance.* La Gautellerie (Loire-Inférieure).

*Observations.* E. Bureau rapporte ces graines au *Calymmatheca acutifolia*. Les coques de petites graines, offrant une ligne de déhiscence (Fig. 14) ont été trouvées, libres de leurs cupules, dans les schistes de Beaulieu.

## REMARQUES ET CONCLUSIONS.

1. *Flore du Culm.* Le fossile connu sous le nom de *Sphenophyllum Davyi*, déjà découvert dans la pierre carrée de Montjean, n'est pas rare dans la même roche, entre Rochefort et Chalonnès.

Les cupules des graines du genre *Lagenospermum* NATHORST ont jusqu'ici été recueillies dans le synclinal de Teillé ou son prolongement en Loire-Inférieure. Les fructifications de Ptéridospermées du genre *Zeilleria* KIDSTON ont été remarquées, entre autres gisements, à Beaulieu et à Sainte-Barbe-des-Mines. Le genre *Crossotheca*, non rare dans le Westphalien du Nord de la France, n'a pas été trouvé dans le Culm de la basse Loire ; quelques empreintes de *Pterispermotrobus* sont signalées à Beaulieu et à Montrelais.

La comparaison avec la flore du Westphalien du Nord de la France fournit ces caractéristiques d'ordre très général :

CULM.	WESTPHALIEN.
Calamariées : <i>Bornia</i> c. <i>Calamitina</i> r.	<i>Calamitina</i> ac. <i>Bornia</i> O.
Lycopodinéés : <i>Sigillaria</i> rr.	<i>Sigillaria</i> c. et varié. g. <i>Pinakodendron</i> .
<i>Pecopteris</i> : g. <i>Dactylotheca</i> , <i>D. aspera</i> .	g. <i>Asterotheca</i> . A. <i>Miltoni</i> .
<i>Mariopteris</i> : rare.	Fréquent.
<i>Sphenopteris</i> . <i>Sph. elegans</i> c.	<i>Sph. obtusiloba</i> (ZEILLER) ac.
<i>Alethopteris</i> : très rare.	Fréquent, divers.
<i>Neuropteris</i> : rare, 2 espèces.	Commun, espèces variées.
<i>Rhacopteris</i> : non rare.	Absent.

1. E. BUREAU. Flore fossile, p. 253 ; pl. IX, fig. 4 à 6 ; XXVII, fig. 3 à 5.

2. *Age des flores du Bassin de la basse Loire. Culm.* Les formations étudiées semblent contemporaines des schistes houillers de Baudour (Belgique), étudiées par M. A. Renier<sup>1</sup>. La présence par places de *Nevropteris* : *N. Schlehani*, *N. antecessans*, *Mariopteris acuta* plaide en faveur de transitions vers la flore A<sup>1</sup> de Zeiller, laquelle a fourni : *Nevropteris Schlehani*, *Pecopteris aspera*, *Sphenopteris aff. Linkii*, *Sph. aff. quercifolia*, *Sphenophyllum myriophyllum*, *Mariopteris acuta*, etc.

*Westphalien.* La découverte du *Nevropteris aff. gigantea* confirme l'attribution à la zone moyenne (A<sup>2</sup>B<sup>1</sup> de Zeiller) du petit lambeau westphalien de Rochefort-sur-Loire, conservé dans un pli du Gothlandien.

*Westphalien ou Stéphalien.* M. E. Bureau a signalé dans sa flore fossile du Bassin de la basse Loire deux *Pecopteris*, *P. cyathea* SCH. et *P. arborescens* BRGT., espèces abondantes et jusqu'ici caractéristiques du Stéphalien. Le *Pecopteris arborescens* « a même été rencontré çà et là, parfois en nombre, dans toute la longueur du Bassin de la basse Loire ». Le *Pecopteris arborescens* a été recueilli par MM. Couffon, Préaubert, par l'abbé Hy à Sainte-Barbe-des-Mines<sup>2</sup>.

Au puits Sainte-Barbe, la flore est dans son ensemble du *Culm supérieur*. Le *Pecopteris arborescens* a pu apparaître dès le *Culm*. Cependant, même dans le Westphalien, il est rare, signalé avec quelque doute par MM. Kidston et Arber. Certain *Pecopteris* (*P. Armasi*) à affinité stéphalienne, découvert dans le Westphalien d'Héraclée (Asie-Mineure) par René Zeiller, a été reconnu également dans la zone C du bassin de Valenciennes, à Liévin (Pas-de-Calais)<sup>3</sup> et M. Armand Renier a constaté l'existence d'une forme voisine dans le *Culm* de Baudour<sup>4</sup>.

En examinant la série de fossiles recueillis par l'abbé Hy à Sainte-Barbe-des-Mines et mis gracieusement à ma disposition par M. Ferronnière, j'ai remarqué sur une plaque schisteuse quelques verticilles de l'*Annularia stellata* SCHLOTH. et des extrémités de penne d'un *Alethopteris* (sans doute *A. Serli*).

Si ce dernier apparaît et se développe dans le Westphalien,

1. A. RENIER. Sur la flore du terrain houiller inférieur de Baudour (Hainaut). *C. R. Ac. Sc.*, t. CXLII, p. 736, 1906. — La flore du terrain houiller sans houille H1a dans le bassin du couchant de Mons. *Ann. Soc. Géol. d. Belgique*, t. CXXXIII, p. 153-161.

2. E. BUREAU. *Op. cit.*, p. 73.

3. Cf. P. BERTRAND. Description des végétaux houillers recueillis pendant le fonçage de la fosse 6bis des Mines de Bruay. *Ann. Soc. Géol. d. Nord*, t. XXXIX, p. 353, 1910.

4. A. RENIER. *C. R. Ac. Sc.*, 1906, p. 737.

l'*Annularia stellata* ne se montre, dans le Westphalien du Nord, que dans les couches supérieures de la zone C de Zeiller (Flore fossile du Bassin de Valenciennes). Cet *Annularia* est fréquent dans le Stéphalien. De ce fait on peut conclure que vers 1878, époque où l'abbé Hy recueillit ces empreintes, les travaux du puits Sainte-Barbe ont dû rencontrer quelque lambeau de Westphalien, peut-être de Stéphalien ; l'existence du Stéphalien est d'ailleurs admise par E. Bureau à Minières, près Doué-la-Fontaine, à 40 km. environ au Sud-Est du gisement étudié. Il s'y trouve en discordance sur le *Culm*.

3. *Les faciès*. On observe dans le *Culm* de la basse Loire des variations fréquentes de faciès, attestant les oscillations des lignes de rivage et les fluctuations du régime des eaux dans les lacs houillers. Exemples :

Schistes tracés par des rhizomes (*Stigmaria*) *in situ natali* (bord de lagune).

Schistes à frondes délicates de *Sphenopteris* ou schistes à *Sphenophyllum tenerrimum* conservés intacts (végétaux enlisés presque *in situ*).

Schistes à nombreux rachis flottés, disposés en lits, de Ptéridospermées.

Schistes à grain très fin, bitumineux, de couleur noire, à empreintes charbonneuses de strobiles, sporophylles, sporanges de *Lepidodendron* ; faciès d'eaux calmes, plus profondes que lors des dépôts suivants.

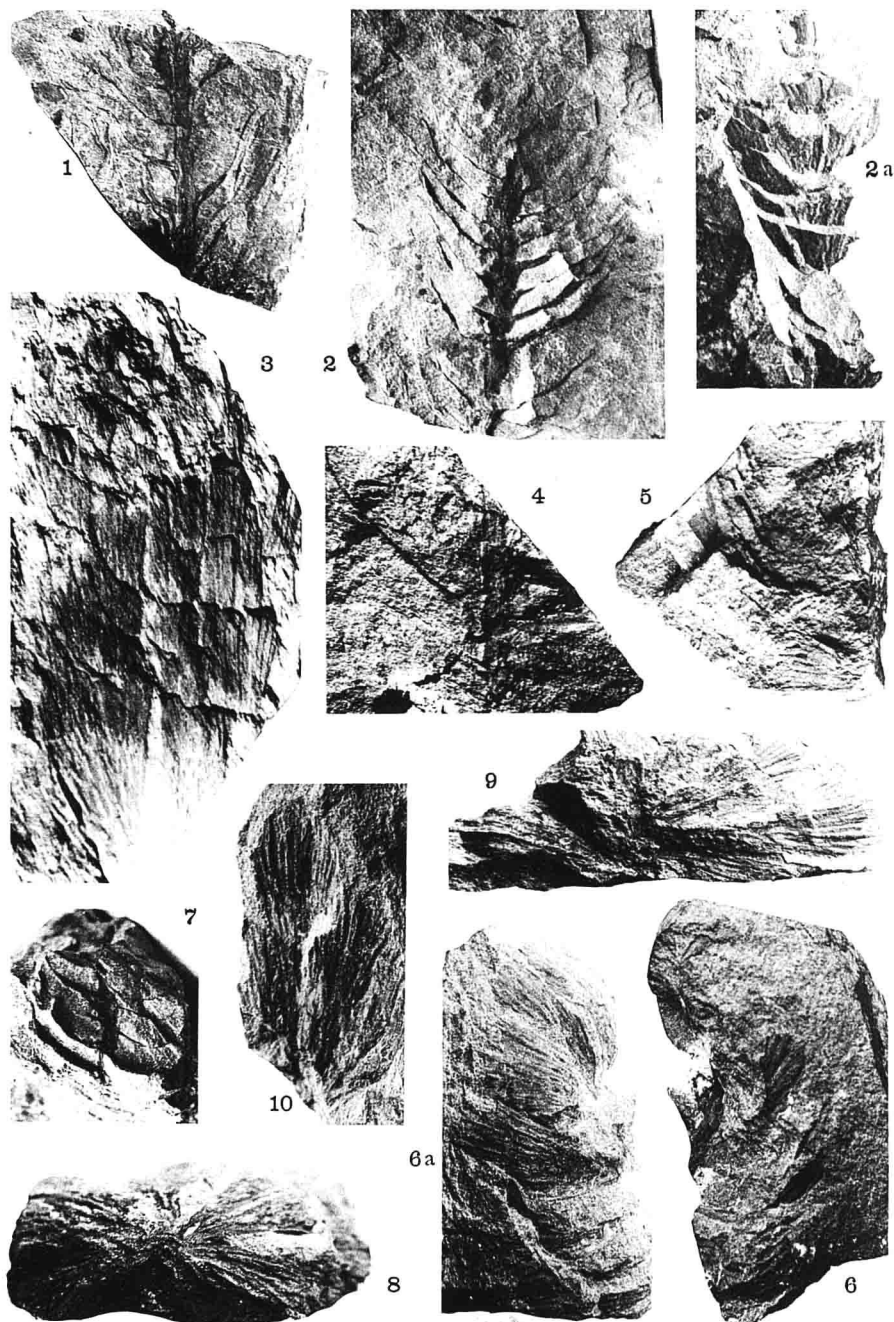
Psammites à écailles et spores éparées de *Lepidodendron* et à rachis fragmentaires de Cycadofilicinées.

Grès grossiers à *Calamites* entraînés par des eaux torrentielles et poudingues à nombreux galets de quartz, témoins de débâcles passagères dans les lagunes.

On trouve ces divers faciès dans notre Houiller du Nord de la France<sup>1</sup>. Mais un faciès fait exception : le tuf de microgranulite ou pierre carrée. Le gisement de Malescots montre l'existence de variations de dépôt et de faciès dans la pierre carrée : sol à *Stigmaria in situ natali* ; niveaux à *Calamites* entraînés, dirigés suivant des courants dominants dans la lagune ; roches très compactes, à zones noires, parallèles à la stratification, et constituées par de menus débris de feuilles ou d'inflorescences de *Sphenopteris*, sans doute en partie houillifiées avant leur transport.

1. Ch. BARROIS. Le poudingue de la veine Édouard. *Ann. Soc. Géol. d. Nord*, t. XXXIX, pp. 310-323, 1910. — Sur la répartition des arbres debout dans le terrain houiller de Lens et de Liévin. *Ibid.*, t. XL, p. 191-193, 1911.

A. CARPENTIER. Contribution à l'étude du Carbonifère du Nord de la France. *Mém. Soc. Géol. d. Nord*, t. VII, II, p. 288-294, 1913.

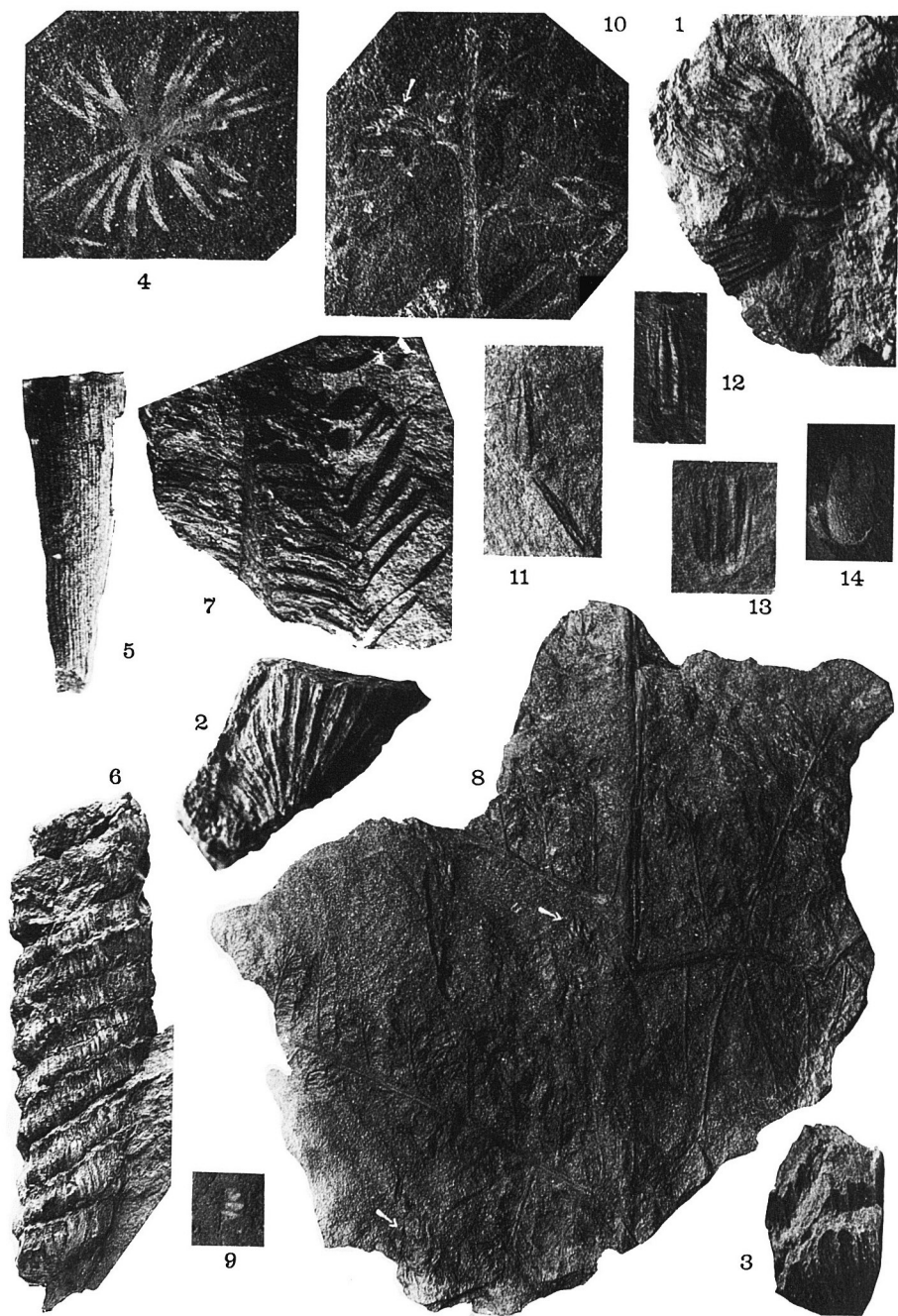


Clichés A. Guéry



Photocollogr. Tortellier et C<sup>o</sup>





Clichés A. Guéry

Photocologr. Tortellier et C<sup>o</sup>

Certains faciès assez fréquents dans le Westphalien du Nord de la France ne sont pas signalés dans le Houiller de la basse Loire : tels les bancs calcaires à fossiles marins et les schistes à faune d'eaux saumâtres ou d'eaux douces (schistes bitumineux à lamellibranches).

Les vrais poudingues sont rares dans le Houiller du Nord ; le poudingue du Culm (H1c des géologues belges) est *supérieur* au niveau à plantes de Baudour ; dans le Bassin de la basse Loire, le poudingue d'Ingrandes est considéré comme *inférieur* au Culm très fossilifère.

## EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE III. — *Sphenophyllum Davyi* E. BUREAU.

- FIG. 1. Axe à sept entrenœuds ; feuilles géniculées ; g. n.  
 2. Axe à entrenœuds plus courts ; gr. : 7/8.  
 2a. Verticilles de l'axe (fig. 2), vus face externe ; g. n.  
 3. Nombreuses feuilles se recouvrant, vues de face ; gr. : 11/8.  
 4. Portion d'axe présentant des cicatrices de bases foliaires ; gr. : 11/6.  
 5. Axe nettement renflé aux nœuds ; 1/1.  
 6 et 6a. — Feuilles recourbées ; 3/2.  
 7. An *Sphenophyllostrobos* ? 13/10.  
 8. 1 verticille, face inférieure ; 3/2.  
 9-10. Feuilles géniculées, région distale dentée ; 1/1.

## PLANCHE IV

- FIG. 1. — *Sphenophyllum Davyi* E. BUREAU. Feuilles géniculées et dentées ; g. n.  
 2. — — — — Base d'un verticille. *Sphenophyllostrobos* ? gr. : 20/13.  
 3. — — — — *Sphenophyllostrobos* ? 13/9.  
 4. — *Sphenophyllum tenerrimum* ETTING. 1 verticille étalé. 12/5.  
 5. — An *Cordaites* ? Fragment de feuille ; gr. à peine : 2/1.  
 6. — *Macrostachya Bureaui* n. sp. ; 65/78.  
 7. — *Lepidostrobus laricinus*. Coupe longitudinale ; 16/19.  
 8. — *Sphenopteris Dubuissoni* BRGT. Avec fructifications du genre *Pterispermostrobus* indiquées par les flèches.  
 9. — — — — Sporangies ou microsporangies ; 2/1.  
 10. — *Zeilleria moravica* E. BUREAU gen. Fructification de Ptéridospermée ; 3/1.  
 11. — *Lagenospermum acutifolia* E. BUREAU. Cupule fermée ; 15/11.  
 12. — — — — Id. ; 18/13.  
 13. — — — — Cupule ouverte au sommet ; 13/11.  
 14. — *Carpolithus* sp. Coque bivalve ; 12/9.

SUR L'EXISTENCE DE DÉPÔTS  
DU TERTIAIRE MOYEN DANS LES ENVIRONS DE SALINS  
(JURA)

ET SUR LA TECTONIQUE DE CETTE RÉGION

PAR **Maurice Piroutet**<sup>1</sup>.

En 1900<sup>2</sup> je signalais, aux environs de Salins, l'existence de quelques lambeaux d'aspect glaciaire. L'un de ceux-ci était situé au voisinage du village de Pagnoz, sur la route se dirigeant vers Salins, au sommet de la montée après la première de ces localités.

En 1911, la Société géologique, au cours de son excursion dans le Jura<sup>3</sup>, passa en ce point, et le compte rendu publié ne porte aucune trace d'objection à l'hypothèse de la nature glaciaire de ce dépôt non plus que pour d'autres auxquels j'avais attribué la même origine. Il y eut seulement exception pour celui des Arsures, à propos duquel Collot avait émis la supposition que son origine devait être sédimentaire et d'âge tertiaire.

Plus tard, R. Douvillé, chargé de la révision de la Carte géologique de la région, accepta sans discussion ma manière de voir, après avoir visité avec moi les gisements en question.

Sur ces entrefaites, j'avais fait la découverte, au sommet même de l'affleurement de Pagnoz, d'un très petit lambeau de tuf, avec empreintes végétales, que tous ses caractères inter-

1. Note présentée à la séance du 18 novembre 1918.

2. M. PIROUTET. Note préliminaire sur quelques lambeaux de dépôts glaciaires et d'alluvions anciennes aux environs de Salins (Jura). *Feuille des jeunes Naturalistes*, 1900.

3. Cf. C. R. de la réunion extraordinaire de la Soc. Géol. de France dans le Jura, 1911. Le compte rendu de l'excursion indique à tort le Glaciaire immédiatement après le Bathonien; il n'existe par là absolument rien d'autre que le conglomérat dont il est question ici, qui présente, à gauche de la route, un aspect rappelant le Glaciaire, et le véritable Glaciaire, entre la route et le chemin de fer, ne débute pas auparavant. Enfin sur la gauche de la route il n'existe aucune trace de véritable Glaciaire et ce ne peut être que par inadvertance que l'auteur du compte rendu a parlé de l'existence, de ce côté, de « blocs noyés dans l'argile », cette dernière manquant là totalement avec les blocs; il existe bien un peu d'argile, non avec ceux-ci, mais immédiatement après eux, mais il s'agit de marnes astartiennes ayant glissé d'un peu plus haut, et je le répète, elle n'empâte aucunement les blocs, qui sont cimentés.

disaient formellement de regarder comme emballé dans la soi-disant moraine; mon attention fut attirée par certaines empreintes me semblant appartenir à des feuilles de Laurier. Le professeur Fliche avait promis à M. le professeur-M. Boule, dans le laboratoire duquel je travaillais, d'étudier mes matériaux; sa mort l'en empêcha mais auparavant, du simple coup d'œil jeté sur mes empreintes lors de sa dernière visite au Laboratoire de Paléontologie du Muséum, il avait conclu à une flore de climat chaud et sec. A la même époque, le Professeur Gunnar Anderson, de passage au Laboratoire, reconnaissait la présence de *Rhododendron ponticum* LIN., dans certains de mes échantillons.

Plus tard, je me décidai à signaler la présence de *Rh. ponticum* LIN. dans un tuf superposé à une moraine externe et j'en conclus à l'âge interglaciaire Riss-Würm de ce tuf<sup>1</sup>.

En même temps, j'essayais d'expliquer pourquoi, à l'encontre de ce que j'avais pris pour des lambeaux glaciaires ayant perdu leur boue et cimentés en un conglomérat, ceux signalés dans la même région par M. le chanoine Bourgeat avaient conservé leur argile. Ma méprise était d'autant plus excusable que le dépôt signalé par moi à Pagnoz se trouvait juxtaposé à du véritable Glaciaire signalé par ce géologue.

Ayant enfin pu revoir mes empreintes végétales, je les soumis à M. Fritel. Dans un premier et sommaire examen, il lui sembla reconnaître dans un fragment une portion de feuille attribuable à un *Cinnamomum*. Le lendemain même, brisant un bloc de tuf pour essayer de dégager une empreinte, je mettais à découvert une feuille de *Cinnamomum* parfaitement nette et indiscutable. En même temps, je constatais qu'outre des feuilles paraissant bien appartenir à un *Laurus* et celle du *Rhododendron* très proche du *Rh. ponticum* LIN., mais aux feuilles souvent de plus grandes dimensions, j'avais là d'assez nombreuses feuilles se rapportant à *Berchemia multinervis* HEER<sup>2</sup>.

Le tuf remontait donc au Tertiaire. Il s'agissait par suite de vérifier le caractère glaciaire du dépôt, car, ainsi que je l'ai dit plus haut, il était absolument impossible de considérer le petit lambeau tufacé comme ayant été emballé dans celui-ci.

Or, un nouvel examen très attentif de ce pseudo-glaciaire de Pagnoz m'a amené à la conclusion qu'il s'agit là, en réalité, d'un

1. M. PIROUTET. Sur l'existence dans les environs de Salins de dépôts de glaciaires... etc. S. G. F., 1913, p. 39.

2. M. Fritel, que je tiens à en remercier ici, a bien voulu contrôler l'exactitude de ces déterminations.

dépôt sédimentaire relevé et plissé avec le Jurassique sur lequel il s'est déposé. Ce conglomérat, qui repose sur le Rauracien supérieur, présente un aspect véritablement chaotique; les blocs de toutes tailles y voisinent, depuis le petit gravier jusqu'au bloc de plus d'un demi-mètre cube; ces éléments sont réunis par un ciment tantôt plus calcaire, tantôt plutôt calcaréo-arénacé, ce qui est le cas général. Beaucoup sont arrondis, d'autres sont anguleux et certains montrent des angles plus ou moins émoussés.

Les stries nombreuses et le poli que l'on y remarque très fréquemment se retrouvent également dans certaines parties du ciment qui présente des surfaces striées. Par suite, la cause qui a amené la production des stries est postérieure au dépôt, et comme, en y regardant bien, on observe un certain arrangement dans la disposition des cailloux qui se trouvent en général disposés, en quelque sorte, à plat, parallèlement au même sens que les surfaces striées du ciment, il ressort que les stries ont été produites par l'action d'un mouvement orogénique; la disposition de ce plan dans le même sens approximatif que celui des couches jurassiques sous-jacentes démontre que celles-ci et le conglomérat ont été affectés par la même poussée orogénique. L'existence, sur une même face des blocs, de deux systèmes entrecroisés de stries parallèles, indique que cette poussée n'a pas été unique mais qu'il y en a eu deux séries agissant dans des sens un peu différents.

Outre la présence de ces stries de frottement, on remarque que les cailloux et blocs sont très fréquemment impressionnés; certains même ont été fracturés et la fissure est remplie par le ciment; parfois la fracture a été complète mais les fragments sont demeurés soudés, ayant très peu joué. Ces cailloux fracturés ont presque toujours subi un certain aplatissement. L'aspect chaotique de l'ensemble, la présence de stries et de surfaces polies donnent au dépôt un faciès morainique très accusé. Les blocs les plus volumineux sont tous plus ou moins arrondis, les éléments anguleux étant ici de bien moindres dimensions.

Les éléments de ce conglomérat sont empruntés au Jurassique supérieur ainsi qu'au Bathonien et au Bajocien. On y voit aussi quelques rares cailloux bien roulés d'un calcaire cristallin concrétionné, ainsi que quelques, plus rares encore, cailloux roulés de tuf.

D'autres éléments extrêmement peu communs sont encore de très petits graviers noirâtres ou rougeâtres, ou parfois jaune-brunâtres.

Parfois se montrent de petits grains quartzeux. Le ciment examiné à la loupe paraît quelquefois constitué en grande partie par de très petits graviers.

Cette formation n'est visible que sur le côté nord de la route et il ne faut pas lui attribuer les gros blocs visibles, à partir de là, entre celle-ci et la ligne du chemin de fer de Mouchard à Salins, lesquels appartiennent bien à du véritable Glaciaire.

A un kilomètre au plus, à l'E de ce gisement, sur la même route et du même côté nord de celle-ci, on observe la présence d'un lambeau analogue, reposant ici sur un niveau élevé du Séquanien. Cette fois, autant qu'on peut s'en rendre compte dans le talus, ici recouvert de végétation, les blocs sont assez anguleux, ayant seulement leurs arêtes plus ou moins émoussées.

Le plus important, parmi tous ces lambeaux, est celui du Mont de Simon, situé à la sortie du faubourg Saint-Pierre, de Salins, sur la route de Salins à Arbois, et tout entier sur la rive gauche de la Furieuse. Débutant, vers l'E, en face de la faïencerie du faubourg Saint-Pierre, à 200 ou 300 m. de la rivière, il rejoint la route à 150 ou 200 m. plus haut que le début de la montée. Vers la partie supérieure de celle-ci, il s'étale largement sur le côté droit de la route, mais sans descendre sur la pente dominant la Furieuse et en formant juste le couronnement, jusqu'aux abords du coteau de Suziau. Sa largeur, d'abord d'une centaine de mètres environ, peut atteindre là, au plus, me semble-t-il, environ 300 mètres. Ici, les blocs sont souvent très volumineux ; certains atteignent et dépassent même un mètre cube. Les cailloux sont généralement assez anguleux et ont leurs angles peu émoussés. C'est seulement parmi les tout petits graviers que la proportion des éléments à angles assez émoussés et arrondis est plus considérable. Quelquefois, les blocs très volumineux faisant défaut dans certaines parties, il existe moins de disproportion dans l'ensemble ; parfois même il semble qu'il existe une sorte d'arrangement par ordre de grosseur dans la masse, mais toujours sur une étendue peu considérable. Souvent aussi les blocs volumineux semblent réunis en amas. Dans certaines portions, les angles des éléments sont beaucoup plus arrondis ; certains cailloux sont même un peu roulés et les fragments les plus anguleux y ont leurs arêtes assez fortement émoussées ; d'autres parties, au contraire, sont formées presque exclusivement d'éléments très anguleux. Les surfaces striées et même polies par la friction sont extrêmement fréquentes ainsi que les impressions obtenues par la pression des cailloux

les uns contre les autres. Les surfaces striées ne sont pas rares non plus dans le ciment. Celui-ci est constitué par une pâte avec parfois, mais assez rarement, un agrégat de graviers extrêmement fins. La pâte, calcaire, blanchâtre ou plus ou moins jaunâtre ici, présente dans certains cas un aspect plus ou moins saccharoïde. Elle renferme des veinules et parties cristallines, ces dernières surtout autour de petites vacuoles. Assez souvent elle est constituée, surtout lorsqu'elle a une apparence non ou très peu cristalline, par un agrégat de véritables petites oolithes discernables quelquefois seulement à la loupe ; quelquefois, mais ici assez rarement, elle offre un aspect de travertin. Cette pâte peut être complètement masquée par l'agrégat de tout petits graviers et de grains cristallins qu'elle renferme. Lorsqu'elle est saccharoïde elle offre de nombreuses vacuoles, toujours assez petites et souvent invisibles, ou presque, à l'œil nu. En somme, on retrouve là une pâte présentant des aspects identiques à ceux que l'on rencontre à Pagnoz, mais les variétés les plus répandues à un endroit sont plus rares à l'autre.

Les éléments du conglomérat appartiennent au Jurassique sauf quelques petits cailloux et graviers de calcaire saccharoïde blanchâtre et quelques très rares grains quartzeux, mais ce sont là des exceptions. Parmi les blocs volumineux, on en voit un certain nombre, provenant du Rauracien ; d'autres, en quantité assez notable appartiennent au Forest Marble, à la Grande Oolithe, au Bajocien, et même, parmi les plus gros, il en est de niveaux de calcaire à Entroques de l'Aalénien.

Au contraire de ce qui se passe dans le précédent, dans le lambeau des Arsures les blocs volumineux font défaut et les cailloux roulés sont les plus nombreux ; les plus anguleux ont leurs arêtes assez fortement émoussées et la plupart d'entre eux les ont même arrondies. Il existe même des portions assez étendues où les cailloux, tous assez roulés et à peu près de la même taille, forment presque un véritable lit de galets. C'est ce qu'on observe à côté de la dernière maison des Arsures du côté de Salins, là où la Société Géologique observa ce dépôt lors de son excursion dans le Jura, et c'est pour ce lambeau que le professeur Collot avait émis l'hypothèse, exacte, d'un âge tertiaire.

Ces formations rappellent énormément celle de Grusse, près de Vincelles, dans le Sud du Jura, signalée par M.M. L. A. Girardot et M. Buchin<sup>1</sup>, qui n'a donné aussi que des empreintes

1. L. A. GIRARDOT et M. BUCHIN. Découverte du gisement à végétaux tertiaires de Grusse (Jura). *Soc. d'émulation du Jura*, 1886.

végétales. Il est probable, mais cela n'est pas certain, que leur âge est le même. Le dépôt de Grusse a été attribué à l'Oligocène seulement à cause de la présence de *Cinnamomum lanceolatum*, mais cette espèce traversant tout le Miocène, ce n'est pas là une preuve. C'est bien à la même espèce que me paraît appartenir le *Cinnamomum* de Pagnoz, mais ici nous avons une forme très typique et abondante. C'est une *Berchemia* qui se rapporte nettement à *B. multinervis* HEER. Cette espèce est extrêmement proche de l'espèce actuelle *B. volubilis* D. C., et la forme de Pagnoz présente le caractère le plus typique de cette dernière<sup>1</sup>. Or *B. multinervis* ou *volubilis* D. C. *fossilis* LAURENT nettement différente des formes oligocènes du même genre, appartient au Miocène assez élevé et passe dans le Pliocène inférieur.

Il me semble donc que nos dépôts tertiaires des environs de Salins sont beaucoup plus probablement miocènes qu'oligocènes. Ils sont en tout cas du Tertiaire moyen.

Il est à remarquer que c'est en allant de l'W à l'E que les éléments du conglomérat, dans ces divers lambeaux, augmentent de taille et deviennent de plus en plus anguleux. Les affleurements se succèdent en effet ainsi en marchant dans cette direction : d'abord à l'W, les Arsures ; 2° sommet de la montée de Pagnoz ; 3° affleurement situé à 700 m. environ à l'E du précédent, un peu au delà du tunnel du Pont-de-Breux ; 4° lambeau du Mont de Simon. On se trouve donc là en présence d'un dépôt essentiellement littoral et le rivage se trouvait au voisinage immédiat du dernier, c'est-à-dire à Salins même. Le volume des éléments du lambeau le plus oriental nous amène à la conclusion que ce rivage était formé par une falaise rocheuse ; d'un autre côté, ces dépôts s'étant effectués en discordance sur un soubassement de Jurassique supérieur en stratification normale, la présence dans le lambeau du Mont de Simon reposant sur le Portlandien et le Kimméridien, avec des éléments arrachés à l'étage séquanien, de blocs parfois très volumineux du Rauracien, du Bathonien, du Bajocien et de l'Aalénien, nous oblige à admettre que le littoral en question était dominé par un abrupt où affleuraient tous ces étages et, par suite, élevé de plusieurs centaines de mètres.

L'absence totale d'éléments provenant de l'Oxfordien pourrait peut-être s'expliquer par la nature marneuse de cet étage,

1. Cf. L. LAURENT. Flore pliocène des Cinérites du Pas de la Mougudo et de Saint-Vincent de la Sabie (Cantal). *Annales du Musée d'Hist. nat. de Marseille*, t. IX, 104-1905, p. 208 et 209.



mais certains de ses calcaires marneux étant trop résistants pour qu'il n'en soit pas demeuré quelques traces, cette raison ne me semble guère pouvoir être invoquée ici. Il en résulte que l'Oxfordien avait dû disparaître par laminage dans les assises formant l'abrupt dominant le rivage. Ou bien, la poussée orogénique à laquelle était due l'existence de ces hauteurs avait été assez considérable pour relever les couches de façon à les amener à dépasser la verticale. Autrement la présence de l'Oxfordien, surtout marneux, n'aurait pas manqué d'entraîner la formation d'une combe (ou plus exactement d'une vallée isoclinale), et celle-ci, étant séparée du côté du rivage par une arête rocheuse, les matériaux médiojurassiques n'auraient pu descendre jusqu'à la berge. Enfin, si nous avons eu de ce côté le flanc normal d'un pli, même relevé à la verticale, le mode de travail des érosions y aurait déterminé la formation d'une pente trop faible, présentant des gradins, ou tout au moins des replats et talus faiblement inclinés à chaque horizon calcaréo-marneux, de sorte que la présence d'éléments si nombreux et si volumineux du Médiojurassique serait absolument inexplicable; les gros blocs, entre autres, n'auraient pas manqué de se fragmenter un peu et sur un tel genre de déclivité, les petits éléments se seraient trouvés arrêtés en cours de chemin.

Il nous faudrait donc admettre que l'abrupt dominant le littoral était formé par une série sédimentaire renversée, flanc renversé d'un synclinal déversé. D'après la proportion relative et le volume respectif des éléments provenant des différents étages et constituant le conglomérat, l'hypothèse la plus plausible est que l'abrupt dominant le littoral était formé, dans sa partie inférieure, par le flanc d'un synclinal de Jurassique supérieur dont les assises les plus anciennes venues au jour appartenaient au Rauracien, et, dans sa partie supérieure, par le front d'une nappe charriée à la base de laquelle se montraient les calcaires à Entroques de l'Aalénien. Le nombre relativement considérable de blocs provenant de ces derniers et leur taille très volumineuse, atteignant souvent près d'un mètre cube et même plus, et dépassant celle de tous les autres blocs médiojurassiques, est un fait très remarquable.

La partie occidentale du Jura avait donc alors déjà subi une action orogénique assez puissante pour y amener soit la formation de plis déversés, soit celle d'un charriage, antérieurement au dépôt du conglomérat en question, lequel subit plus tard encore l'action des poussées auxquelles est due la surrection définitive de la chaîne du Jura. Ainsi cette dernière avait déjà

été l'objet de mouvements orogéniques très importants antérieurement au milieu de l'Ère tertiaire.

Au moment des dernières phases du plissement jurassien, les plis antérieurs ayant joué à nouveau, s'il existait déjà là une nappe de charriage, celle-ci a repris son mouvement en avant ; s'il n'y avait là qu'un simple pli déversé, celui-ci a accentué d'abord son déversement et le flanc renversé subit un étirement qui entraîna sa disparition et la transformation en nappe de charriage du flanc normal de l'anticlinal.

La situation de ces quatre lambeaux au point de vue tectonique est des plus curieuses ; tous sont limités par la faille courbe si remarquable signalée entre Salins et les Arsures par Marcel Bertrand (mais figurée très inexactement par lui dans la région du lambeau oriental) et qui, quoi qu'on en ait dit, existe parfaitement et dont, à mon avis, il est impossible de mettre en doute l'existence lorsqu'on a parcouru la région aussi souvent que je l'ai fait. Donc, d'un côté, tous ces lambeaux reposent en discordance sur le Jurassique supérieur en série normale (ce qui montre que celui-ci avait déjà été relevé et avait subi une certaine dénudation) et, de l'autre, sont limités par une ligne de contact anormal amenant *sur eux* tantôt du Keuper tantôt du Lias en stratification normale. Ce fait de la superposition du Keuper ou du Lias au Jurassique supérieur a déjà été mis en évidence par M. Fournier qui a tenté d'expliquer cette structure par l'hypothèse d'un pli déversé et faillé. Après lui, M. Bourgeat constata la même superposition et donna la même explication, mais en prononçant le mot de charriage sans admettre pour celui-ci une bien grande amplitude, ce qui revient exactement au pli déversé et faillé de M. E. Fournier.

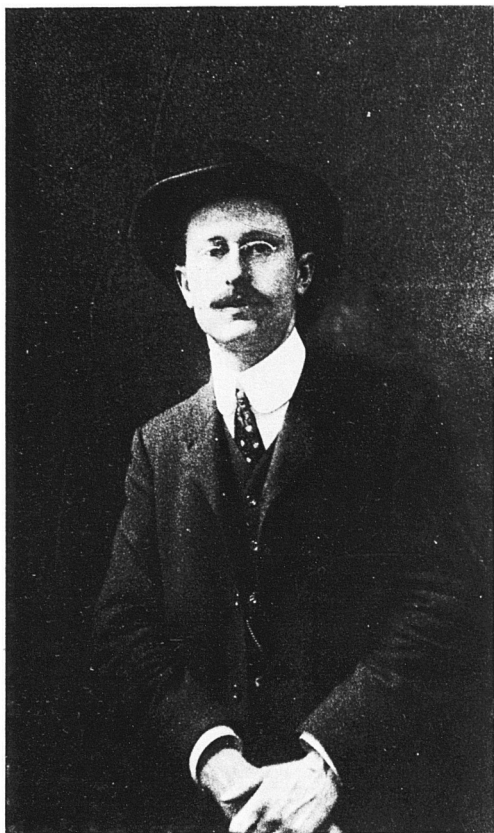
Le calcaire à Entroques que l'on rencontre en blocs, souvent extrêmement volumineux, dans le conglomérat du Mont de Simon se montre très rarement avec cet aspect aux environs de Salins et seulement dans l'Aalénien où, absolument identique, il ne se présente que très sporadiquement et très peu fréquemment et toujours en assises très peu épaisses, tandis que le grand nombre et la dimension de certains blocs montrent qu'il s'agissait là d'une formation extrêmement développée. Il faut observer aussi l'absence, ou tout au moins l'extrême rareté des calcaires à nombreux Polypiers du Bajocien et des calcaires blanchâtres à silex du même étage, faciès extrêmement développés dans la région, ainsi que de certains calcaires ferrugineux de l'Aalénien. Tous ces faits concourent à nous démontrer que les faciès du Bajocien de l'abrupt existant alors sur l'emplacement de Salins étaient

quelque peu différents de ceux que nous voyons actuellement dans les environs ; de ceci résulte que les assises bajociennes dont nous y constatons maintenant la présence ont été poussées là d'une région assez distante primitivement de celle où elles se montrent actuellement et, par suite, que nous nous trouvons bien là, maintenant, en face d'un charriage.

Je verrais même très volontiers dans la ligne de contact, entre les Arsures et Mouchard, du Jurassique supérieur sur lequel repose cette nappe, avec une série de Trias et de Lias surmonté de quelques témoins Bajociens, série visible plus à l'W dans la région de la Forêt Mouchard, la bordure d'une surface de contact anormal due au charriage de ce même Jurassique supérieur sur la série keupéro-liasique de la Forêt Mouchard. On aurait donc ainsi deux nappes superposées. Peut-être ne sont-elles pas les seules et reste-t-il encore des témoins d'autres nappes laminées et étirées.

La grande complexité des plissements et fractures de la région de Salins me semble s'expliquer parce que c'est là le point le plus occidental où, pour la première fois, se fait sentir sur les plis jurassiens, de direction primitive auparavant approximativement N-S, le contre-coup de la résistance opposée par le môle hercynien dont fait partie le massif de la Serre et qui, ainsi que l'a jadis démontré M. le général Jourdy, a obligé les plis et accidents orogéniques de la moitié septentrionale du Jura à épouser sa direction sensiblement SW-NE. Il en est résulté une certaine indécision locale dans la direction des accidents tectoniques et la formation d'un certain nombre de petits dômes et cuvettes, ainsi que de nombreuses cassures. A tout ceci s'ajoute encore la présence des lignes de contacts anormaux, résultats des charriages dont je viens de parler, et dont les nappes ou écailles ainsi que les surfaces de charriage ont été aussi affectées par les mouvements postérieurs à leur formation.

---



  
*Robert Deville*

## SUR LE CALLOVIEN DES ENVIRONS DE SALINS (JURA)

PAR **Maurice Piroutet** <sup>1</sup>.

On considère généralement le Callovien du Jura comme offrant deux faciès, l'un, celui de la Dalle nacrée ou faciès bathonien, représentant dans certaines régions la zone à *Macrocephalites macrocephalus* SCHL., l'autre, à oolithes ferrugineuses, dit faciès callovien, représentant ailleurs tout le Callovien (zones à *M. macrocephalus*, à *Reineckeia anceps* REIN., et à *Peltoceras athleta* PHILL.) et, dans la partie où la zone à *M. macrocephalus* se montre avec le faciès bathonien, représentant alors les deux dernières zones et apparaissant au début de celle à *R. anceps* REIN.

Certains faits que je viens d'observer aux environs de Salins démontrent avec évidence que la limite entre les deux faciès n'est pas toujours au même niveau, dans une région où le faciès à oolithes ferrugineuses était regardé comme apparaissant avec l'horizon à *R. anceps*.

Entre le Fort Belin et Clucy, sur le bord du sentier descendant à Salins entre la Roche Pourrie et la redoute de Greimbach, les assises de faciès callovien typique, reposant sur la Dalle nacrée, m'ont donné une faune absolument différente de celle du niveau à *R. anceps* REIN. ; *M. macrocephalus* SCHL. entre autres, y est assez abondant ; j'ai pu constater la présence de plus d'une douzaine d'exemplaires de cette espèce sur moins d'un mètre carré de surface.

Parmi les autres Céphalopodes, se montrent avec abondance *Perisphinctes subbackeriae*, d'ORB. et des espèces voisines des *Proplanulites*, des Harpoceratidés dont *Hecticoceras hecticum* REIN., des *Cosmoceras* distincts à la fois de *C. Jason* REIN., et de *C. Duncani* Sow., et dont une espèce se rapproche de *C. calloviense* d'ORB. et cette dernière espèce elle-même. Avec des Rhynchonelles et de rares Térébratules, sont des Lamellibranches parmi lesquels de grandes Huîtres plates, une Trigonie du groupe des *Costatæ* et une *Gervilleia*. Je n'ai pu y trouver encore qu'un seul fragment de *Reineckeia* différente de *R. anceps* REIN.

1. Note présentée à la séance du 18 novembre 1918.

2 décembre 1919.

Bull. Soc. géol. de Fr. (4), XVIII. — 17.

A environ 1000 mètres au NE, sur le bord même du chemin du Fort Belin à Clucy, très peu avant l'entrée du village, j'ai pu observer un autre gisement du faciès callovien reposant également sur la Dalle nacrée. Ici, la Trigonie du groupe des *Costatæ* et la même *Gervilleia* que plus haut sont extrêmement communes. Les *Reineckeia* n'y sont pas aussi rares, mais *R. anceps* paraît encore faire défaut; *P. subbackeria* D'ORB. et les autres espèces de *Perisphinctes* du précédent gisement sont moins communs; *Macrocephalites macrocephalus*, SILL., est très rare, mais on y rencontre encore des *Cosmoceras* assez communs, parmi lesquels *Cosmoceras calloviense* D'ORB. En somme, la faune paraît bien indiquer un niveau supérieur à celui de Grellimbach.

A quelques centaines de mètres seulement plus à l'Est, vers la ferme de la Tuilerie, au-dessus de la cascade de Goailles, c'est avec l'horizon typique à *Reineckeia anceps* REIN., que débute le faciès à oolithes ferrugineuses. Il en est de même dans l'entonnoir de Dournon, à environ 4 kilomètres, au plus, de Clucy vers l'Est, abstraction faite d'une sorte de croûte visible par places seulement sur la Dalle nacrée et sur laquelle je reviendrai plus loin.

A 3 kilomètres vers l'Ouest, environ, en ligne droite, de Clucy, sur une portion du versant méridional de la montagne de Château (dont les contours géologiques sont, de même que ceux de la montagne voisine de Saint-André, figurés d'une façon tout à fait erronée sur la Carte géologique à 1/80 000) et se prolongeant sur le plateau terminant celle-ci vers l'Ouest, en contact là, par faille, avec le Bathonien moyen formant le sommet du rocher dominant Pretin, se voit un lambeau de Callovien à oolithes ferrugineuses. La faune de la base de ce dernier présente quelques analogies avec celle des deux gisements ci-dessus indiqués de Clucy, surtout avec le premier, mais en est néanmoins assez distincte; ici la faune typique à *R. anceps* REIN., existe bien, surmontée par celle à *P. athleta* PHILL., mais à un niveau plus élevé que celui dont je m'occupe seulement ici.

Ce dernier gisement offre, de même que le premier mentionné de Clucy, la même abondance de Trigonies du groupe des *Costatæ*, de Gervilles et Avicules des mêmes espèces. Comme Céphalopodes, ce sont surtout des Harpocératidés (*sensu lato*), et les *Perisphinctes* du groupe de *P. subbackeria* D'ORB., espèce qui devient, dans la région, très rare dans la zone à *R. anceps* REIN. A ces formes est associé *Stephanoceras coronatum* BRUG., qui est loin d'être rare ici, alors que je ne l'ai

*jamais* encore rencontré ailleurs dans la région. Un *Cosmo-ceras* du groupe de *C. calloviense* D'ORB. n'est pas rare non plus. Les *Reineckeia* sont ici très peu communes ; *R. anceps* REIN. est très rare, et sa variété renflée à tubercules très saillants, commune ailleurs dans la région, fait ici totalement défaut à ce niveau. Il semble donc que l'on se trouve ici en présence d'un horizon supérieur à celui du chemin du Fort Belin à Clucy, et inférieur à ceux typiques à *R. anceps* REIN., de la Tuilerie, à Clucy, et de l'entonnoir de Dournon. Dans ces deux derniers gisements, la Trigonie du groupe des *Costatae*, si commune dans les assises antérieures, est remplacée par une forme plus petite, du groupe des *Scabræ*, qui manquait dans les premiers

Ainsi, tandis qu'à la Tuilerie de Clucy et dans l'entonnoir de Dournon, c'est par la zone à *R. anceps* REIN., que débute le faciès à oolithes ferrugineuses, à Château-sur-Salins, celui-ci apparaît avec un horizon à *S. coronatum* BRUG., antérieur à celui typique à *R. anceps* REIN., de la région, tandis que, sur le chemin du Fort Belin à Clucy ainsi que contre le rocher de Grelimbach, il se montre dès le dépôt de la zone à *M. macrocephalus* SCHL., le second gisement, avec l'abondance de cette dernière espèce qui le caractérise, se classant à un niveau encore plus ancien que le premier.

On pourrait supposer que le faciès Dalle nacrée a poursuivi plus longtemps son dépôt dans certains de ces points, alors que dans d'autres, pourtant bien voisins, s'était déjà établi le régime de sédimentation qui a donné naissance aux couches à oolithes ferrugineuses.

Telle ne paraît pas être la véritable explication des faits observés et celle-ci me paraît plutôt résider dans une interruption de la sédimentation, plus ou moins prolongée, suivant les endroits considérés.

Vers la ferme de la Tuilerie, à Clucy, où l'horizon fossilifère inférieur du faciès callovien appartient à la zone à *R. anceps* REIN., le banc supérieur de la Dalle nacrée, calcaire ici très oolithique, présente une surface terminale revêtue, par places, d'une très faible épaisseur de calcaire légèrement argileux jaune grisâtre clair, avec oolithes ferrugineuses. Cette croûte, qui fait corps avec la Dalle nacrée, se montre séparée de celle-ci par une ligne de démarcation très nette qui parfois coupe même des oolithes de cette dernière et remplit les cavités de sa surface ainsi que les tubulures dont celle-ci est perforée et dans certaines desquelles se retrouve encore le Mollusque litho-

phage qui les a creusées. Sur les points où cette croûte est absente, se montrent fréquemment de grandes Huîtres plates ainsi qu'un placage de fer hydroxydé.

A Dournon où, également, la base du faciès callovien appartient à la zone *R. anceps* REIN., et renferme, à sa partie tout à fait inférieure, de très nombreuses Huîtres plates de grande taille et quelques galets et graviers roulés, elle repose sans transition sur la Dalle nacrée. La surface terminale de celle-ci offre, en quelques points, une croûte de calcaire jaunâtre à oolithes ferrugineuses qui fait corps avec elle et avec laquelle la transition, quoique très rapide, n'est nullement brusque, tandis qu'il y a séparation très nette entre cette croûte et la partie inférieure de la zone à *R. anceps* REIN., plus marneuse et de couleur blou grisâtre. La surface terminale de la Dalle nacrée est un peu irrégulière et bosselée.

A Château-sur-Salins, le niveau à *S. coronatum* BRUG., repose directement sur une surface de Dalle nacrée à nombreuses perforations de lithophages et présentant de grandes Huîtres plates ainsi qu'un revêtement très fréquent de placage de fer hydroxydé.

Sur le chemin du Fort Belin à Clucy, l'assise supérieure de la Dalle nacrée offre, par places seulement, une mince croûte à oolithes ferrugineuses, un peu calcaréo-marneuse, à laquelle elle passe très rapidement mais sans ligne de démarcation tranchée. Le niveau de faciès callovien typique, calcaire très marneux à sa partie inférieure, qui surmonte cet ensemble lequel montre à sa partie terminale une croûte, assez constante, de fer hydroxydé, caverneux assez souvent, présente, à sa base même, de nombreux galets, parfois couverts de Serpules et de grandes Huîtres plates.

A Grelimbach, où les assises à faciès callovien se classent au plus ancien niveau que j'aie pu observer dans celui-ci, la base de ce dernier est bréchiforme et renferme de très nombreux galets et graviers plus ou moins roulés, ainsi que de grandes Huîtres plates; j'ai même vu une de ces dernières disposées à peu près à 45° sur le plan de stratification. Ce dépôt remplit les cavités de la face supérieure du banc terminal de la Dalle nacrée, ici extrêmement irrégulière et très ravinée. Il y a donc eu ici aussi interruption de sédimentation entre le dépôt de la partie supérieure de la Dalle nacrée et celui du faciès callovien; de même aussi que sur le chemin du Fort Belin à Clucy et à l'entonnoir de Dournon, on constate que le faciès à oolithes ferrugineuses avait commencé à se déposer avant les mouvements qui ont



amené l'interruption de sédimentation et n'ont laissé que les témoins excessivement réduits, signalés plus haut, des premiers dépôts à faciès callovien antérieurement au retour définitif à un régime de sédimentation tranquille. On voit en effet, dans la partie supérieure de la Dalle nacrée, apparaître ici des oolithes ferrugineuses, parfois groupées en nids, et ceci déjà quelques centimètres en dessous de la face supérieure du faciès bathonien.

En résumé, dans les environs immédiats de Salins, après l'apparition du faciès callovien, surviennent des phénomènes qui ne laissent que de très rares et très minces traces de sédiments de celui-ci déjà déposés et interrompent pendant un certain temps, la sédimentation.

Un régime de sédimentation normale se rétablit plus tard, mais graduellement et non partout à la fois, dès encore le dépôt de la zone à *M. macrocephalus* SCHL., d'abord à Grelimbach, puis sur le chemin du Fort Belin à Clucy, ensuite, antérieurement au dépôt des couches typiques à *R. anceps* REIN., mais déjà avec *S. coronatum* BRUG., assez commun, à Château, et enfin avec la zone à *R. anceps* REIN., à la Tuilerie de Clucy et à l'entonnoir de Dournon<sup>1</sup>.

Il résulte encore de ceci que la zone à *M. macrocephalus* n'est pas représentée en entier dans les environs de Salins par la Dalle nacrée. Je dis, en entier, car, pour la partie terminale seule de celle-ci, la chose est certaine. J'ai, en effet, recueilli jadis à l'entonnoir de Dournon et sur le chemin du Fort Belin à Clucy, à la partie supérieure de cette formation un exemplaire de *M. macrocephalus* SCHL., dans chacun des endroits indiqués. Il s'agit ici de la forme à tours élevés, à flancs un peu plats et côtes très fines, tandis que les autres échantillons, du faciès callovien de la même région, appartiennent soit à la forme renflée et à côtes fines, soit à la forme élevée mais à côtes plus saillantes.

1. CHOFFAT (Esquisse du Callovien et de l'Oxfordien dans le Jura, Soc.-Em. Doubs, 1878) signale la présence d'un exemplaire unique de *M. macrocephalus* à Dournon, mais il se peut que celui-ci provienne d'un témoin du début du faciès callovien dont j'ai indiqué la présence dans ce gisement. Quant à la présence de *S. coronatum* qui résulterait, à la Tuilerie de Clucy et à Dournon, du fait que le même auteur la mentionne « partout », elle me surprend grandement, attendu que dans mes très nombreuses visites à ces gisements je ne l'y ai jamais rencontrée ; ce serait un bien grand hasard qu'une telle chance fût échue à un géologue qui ne paraît avoir visité la contrée que très rapidement, ainsi qu'en témoigne sa coupe, quelque peu inexacte, du Callovien de la Tuilerie de Clucy et son attribution erronée à l'Astartien des calcaires à Polypiers de sa coupe de Dournon qui appartiennent en réalité au Rauracien.

**MATÉRIAUX**  
**POUR L'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE GÉOLOGIQUE**  
**DE L'AFRIQUE OCCIDENTALE FRANÇAISE**

PAR **Henry Hubert** <sup>1</sup>.

Les renseignements que j'ai recueillis le long de mes itinéraires au Nord du fleuve Sénégal sont déjà suffisants pour justifier la publication d'une première carte, destinée à favoriser les recherches ultérieures. J'ai ajouté sur cette carte les observations recueillies au cours de mes précédentes missions (vallée du Niger, pays situés à l'Ouest du 12° long. W). Pour les autres régions, j'ai utilisé les échantillons adressés au laboratoire de recherches géologiques à Dakar <sup>2</sup>.

Je me propose de fournir ici surtout des indications sur la répartition des formations rencontrées ; diverses autres questions relatives à la géologie et à la minéralogie seront traitées par ailleurs.

Pour le dessin géographique, j'ai utilisé successivement : les positions astronomiques ; les levés réguliers (cours du Niger et du Sénégal, chemin de fer de Kayes au Niger) ; la dernière carte manuscrite de la Mauritanie (lieutenant Faivre) ; celles de Nioro et Kayes (administrateur des Colonies Gauthier) ; celle du cercle de Nora (administrateur des colonies Legrand). J'ai ensuite tiré parti des cartes de cercle et des itinéraires précédemment établis. Enfin j'ai eu à lever ma route entre Kowar et la Falémé et entre Kiffa, Yélimané et Nioro.

**DUNES.** — Dans le coin nord-ouest de la carte (Meschral el Bil) elles cessent brusquement vers le Sud-Est de l'Aneghim (dune bordant une plaine non ensablée), se poursuivent régulièrement dans la direction d'Aguiert. Elles recouvrent ainsi successivement les dépôts éocènes et les schistes anciens redressés, ce qui rend impossible la reconnaissance de la limite commune de ces deux formations vers le Nord.

Seul le pied de l'Aneghim forme une limite nette de l'extension des sables. Partout ailleurs cette limite est très floue car en bien des points les apports éoliens sont trop faibles pour qu'on puisse en tenir compte. La carte ne porte donc que des indications

1. Note présentée à la séance du 4 déc. 1918.

2. Ces échantillons ont été recueillis par MM. Bernard, Gauthier, Guérin, Marty, Vialis et Vuillet. En outre je suis redevable de renseignements, pour ces mêmes régions, à MM. Legrand, Marty et Vuillet ; je les prie de vouloir bien trouver ici l'expression de ma vive reconnaissance.

relatives aux accumulations sableuses suffisantes pour empêcher de reconnaître leur soubassement. A propos des dunes du Sénégal, j'ai employé précédemment l'expression de « dunes temporairement fixées ». Cette expression peut choquer certaines idées reçues, bien qu'on saisisse assez mal pourquoi. En Mauritanie, dans des régions où il n'y a ni cultures ni circulation appréciable de troupeaux, on observe non seulement de « dunes temporairement fixées », mais encore des dunes partiellement fixées — dans leurs parties basses seulement. Je reviendrai par ailleurs sur cette question.

ALLUVIONS FLUVIATILES ET LACUSTRES. — Les plus puissantes accumulations sont localisées de part et d'autre du Sénégal, du Niger et du lac d'Aleg. J'ai indiqué également celles du Gorgol inférieur et du lac de Mal.

EOCÈNE. — M. Chudeau a déjà indiqué sur une carte la limite orientale des formations éocènes<sup>1</sup>. Son dessin et le mien sont concordants entre le Sénégal et Kowar, mais il y a divergence entre les deux tracés, d'abord au Nord du Sénégal, ensuite au Sud de Kowar. Quant à la limite comprise entre Aleg et le Sénégal — ou Aleg et Gombo — M. Chudeau la signalait, en 1916, « comme à peu près définie » et dans sa note détaillée, il se bornait à la représenter sur sa carte par une ligne à peu près droite. Je me crois donc autorisé à y substituer un tracé plus précis entre Aleg et Gombo, de même que pour Gombo<sup>2</sup> et pour la partie comprise entre Gombo et la frontière de la Guinée portugaise<sup>3</sup>.

Tandis que dans les régions méridionales l'Eocène occupe de vastes plaines, au modelé très doux, il est marqué au contraire par des accidents plus nombreux à mesure qu'on se déplace vers le Nord. Ce sont surtout des buttes témoins, dont le plus grand développement s'observe dans la région de Kaédi.

Les limites communes avec les schistes anciens redressés varient d'aspect suivant les régions considérées. Je citerai quelques cas observés.

Dans la région de Kowar la limite est tout à fait irrégulière. Au Nord de cette localité, on n'a affaire qu'à des formations éocènes (grès argileux surmontés de grès ferrugineux), puis, à 6 km. au Sud de cette localité, le modelé change brusquement et les formations latéritiques schisteuses remplacent les grès

1. R. CHUDEAU. Le golfe éocène du Sénégal. *B.S.G.F.*, (4), XVI, 1916, p. 303-308.

2. HENRY HUBERT. Sur de récentes observations concernant la géologie de l'Afrique occidentale française. *C.R. somm. S.G.F.*, 1913, p. 187-189.

3. HENRY HUBERT. Esquisse préliminaire de la géologie du Sénégal. *C.R.Ac.Sc.*, t. 164, 1917, p. 181.

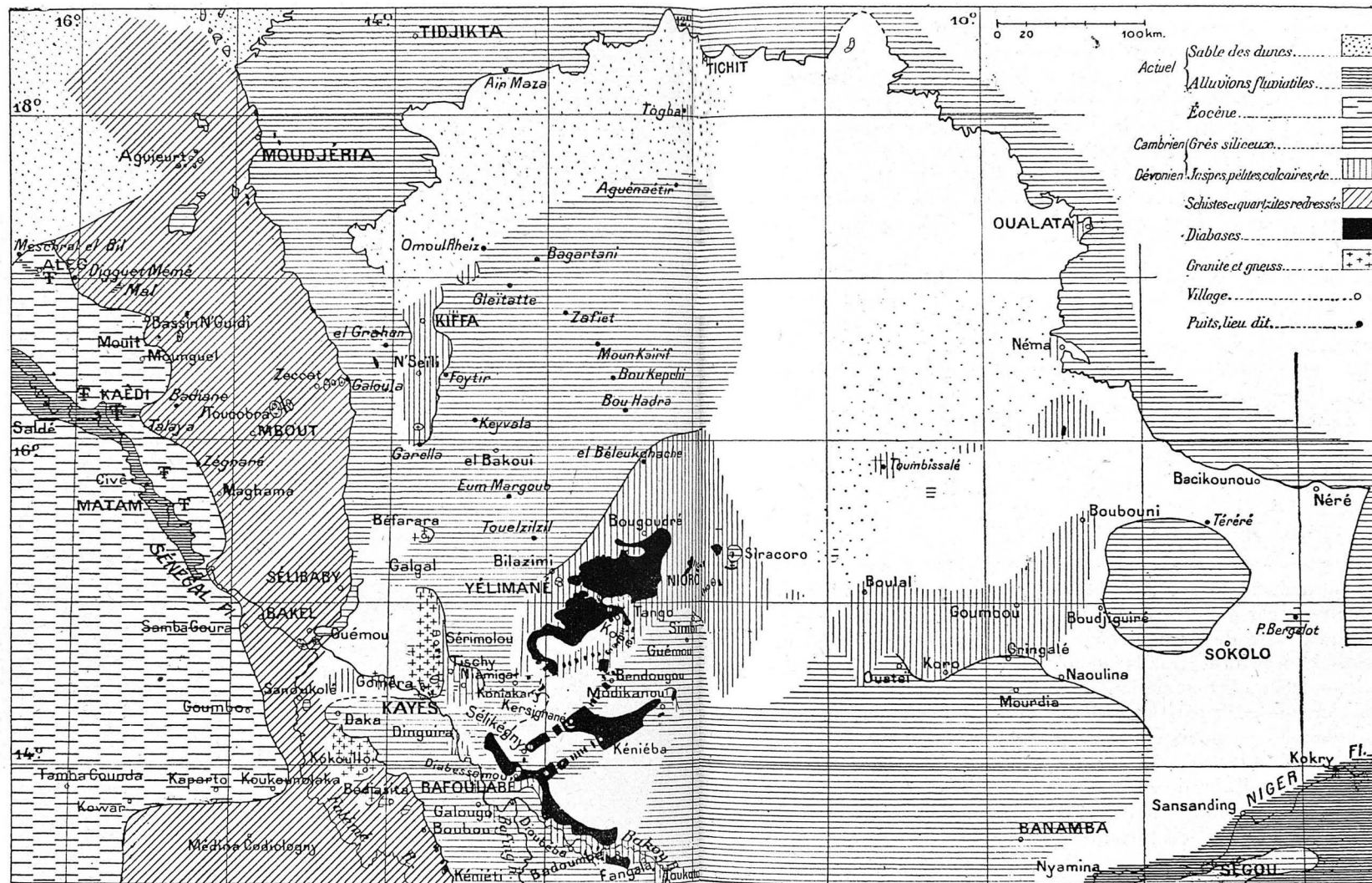


FIG. 1. — Esquisse géologique des pays situés ENTRE TICHIT ET TOURKO, Saldé ET NÉRÉ. —  $\frac{1}{4\,000\,000}$ .

ferrugineux. Mais ceux-ci subsistent encore par lambeaux jusqu'aux environs de Saroudia ; puis ils deviennent de plus en plus rares tandis que les types métamorphiques (quartzites micacés surtout) sont de plus en plus abondants.

Entre Youpé, Amady et Gombo, à 14 km. à l'Est de cette dernière localité, la limite des deux formations est masquée par les dépôts argileux et sablonneux superficiels. On observe seulement, à 2 km. à l'Ouest du dernier affleurement de quartzites redressés, une petite crête d'une dizaine de mètres formée de couches horizontales de grès ferrugineux, ayant environ 5 cm. de puissance. C'est le premier affleurement observable de l'Eocène dans cette région.

A Talaya on passe brusquement de la zone d'inondation du Gorgol aux ondulations caractéristiques des schistes. La hauteur située à environ 8 km. à l'Est de Talaya est le premier des accidents schisteux rencontrés en venant de Kaédi.

La seule coupe montrant les deux formations à leur limite se trouve entre MOUNGUEL et MOUIT. Elle se remarque sur les berges de la rivière de Mouit, à environ 8 km. au Sud-Ouest de cette dernière localité :

- |                                     |         |
|-------------------------------------|---------|
| 3. Grès ferrugineux.....            | 0 m. 30 |
| 2. Argile rouge à galets quartzeux. | 0 m. 70 |
| 1. Schistes micacés redressés.      |         |

A partir de ce point, vers le Sud, les schistes micacés disparaissent mais le revêtement de grès ferrugineux ne s'observe d'abord que par places, par lambeaux souvent peu étendus. Ce n'est qu'à partir de 3 km. au Sud de MOUNGUEL que les grès ferrugineux forment de grands affleurements continus.

Les galets quartzeux de la couche 2 sont accumulés à la partie inférieure de ce dépôt, formant un véritable conglomérat. Les matériaux de ces galets ont été empruntés aux filons inclus dans les schistes.

A Bassinguidi, la limite est encore masquée par les dépôts superficiels. La hauteur située à 7 km. à l'Ouest de cette localité montre la superposition suivante :

- |  |          |
|--|----------|
| 2. Conglomérat ferrugineux à galets de quartz et de grès.. | 1 à 2 m. |
| 1. Grès ferrugineux avec petits cailloux quartzeux.....    | 12 m.    |

On trouve aussi, associés au grès ferrugineux, des grès argileux. Les galets de la couche 2 viennent évidemment de l'Est puisqu'ils ont été empruntés soit aux têtes des filons inclus dans les schistes, soit aux grès siliceux du massif Tagant-Assaba.

Sur la route d'Aleg à Digguet Mémé, après les calcaires fossilifères — silicifiés — du Kraa Badelli, on trouve, à environ 6 km. à l'Est, un gros bloc de quartz filonien au milieu de grès ferrugineux. Mais c'est un accident isolé et la limite continue des schistes ne commence guère, avec son modelé typique qu'un peu avant Help Digguet.

Les coupes les plus compliquées des formations éocènes sont celles de la hauteur de Diasi Dari (près Kaédi) :

6. Grès ferrugineux.....	2 m. <sup>1</sup>
5. Grès argileux.....	6-8
4. Argile à nodule ferrugineux.	1
3. Grès argileux.....	8-10
2. Calcaire fossilifère silicifié...	1-2
1. Grès argileux.....	6-8

On remarquera que les grès ferrugineux représentent une des formations les plus typiques de l'Éocène sénégalais, dont elles marquent l'horizon supérieur. La surface qu'ils occupent dépasse largement les limites représentées sur cette carte <sup>2</sup>.

Les calcaires silicifiés de la région de Kaédi sont parfois riches en organismes (Gastropodes surtout). Ils feront l'objet d'une étude spéciale. Il est à noter que la silicification des calcaires se manifeste avec une intensité exceptionnelle dans l'Ouest africain. Il n'y a pas, comme dans beaucoup de nos gisements, localisation de la silice en des points particuliers, mais la masse se prend au contraire progressivement et est souvent gagnée tout entière.

On trouve encore, dans la région de Kaédi, des buttes isolées constituées par un grès siliceux fossilifère (quelques contre-moules de bivalves). Cette roche rappelle beaucoup, comme aspect extérieur, les formations de l'Assaba, dont il sera question plus loin. Elle se présente en lambeaux isolés pouvant former des monticules et paraît complètement indépendante des formations éocènes. Elle n'est indiquée ici qu'à titre de renseignement et

1. Chiffres approximatifs.

2. M. Chudeau (*loc. cit.*, p. 306) signale, au sujet de ces grès ferrugineux que, le long du chemin de fer de Thiès à Kayes, il lui « a semblé qu'ils se continuaient [vers l'Ouest] jusqu'à Tambacounda ». Du fait ils se continuent jusqu'à 225 kilomètres au delà de cette localité. Voici d'ailleurs quelle est la limite des grès ferrugineux. Elle commence, sur la côte, à proximité de la frontière nord de la Gambie anglaise; elle passe ensuite entre Kaolack et Kaffrine — avec un lambeau isolé au Nord de Kaolack. On la retrouve à 6 km. à l'Est de la mare du petit Koumouk, puis à Nelberé (ce dernier point déterminé par le capitaine Vallier). Elle se dirige ensuite vers Saldé — certainement, en tous cas, en aval de Kaédi.

Je signale qu'une autre zone de grès ferrugineux englobe la presque île du Cap Vert. Elle passe entre Tivaouane et Thiès (km. 86 de la voie ferrée) et à quelques kilomètres à l'Est de cette dernière localité.

faute d'avoir pu la rattacher, sur le terrain, à une autre formation.

**GRÈS SILICEUX HORIZONTAUX.** — En dehors de la vallée du Niger, la presque totalité des territoires représentés sur la carte à l'Est d'une ligne Moudjéria-Kéniété est occupée par les formations que je classe géologiquement dans la série des grès siliceux horizontaux. Il ne s'agit pas cependant de dépôts homogènes.

a) *Grès proprement dits.* — Bien que présentant des structures fort variées, ces grès affectent toujours un modelé typique dans lequel dominant les escarpements, les falaises<sup>1</sup>. C'est non seulement le cas pour le Tagant, l'Assaba, le Tambaoura, la région Aïn-Maza-Tichitt-Oualata-Néré, la région Kayes-Galougo, l'intérieur de la zone Bilazimi-Garella-Gleitatte-Omoul Rheiz-Bou Hadra, mais encore pour une multitude de points dont l'énumération paraît ici superflue.

La limite commune des schistes anciens et des grès que j'ai pu étudier dans plusieurs localités de l'Afrique occidentale, est constamment recouverte de dépôts superficiels sur les itinéraires que j'ai suivis dans l'étendue représentée sur la carte. Par contre, la limite avec les gneiss et les granites a pu être observée en plusieurs points.

A Béfarara on voit la succession suivante, s'étagant le long d'un plan en pente très douce dont la hauteur totale paraît être d'une vingtaine de mètres:

5. Grès à filonnets de quartz.
4. Grès à galets de quartz, passant localement à un conglomérat.
3. Grès à grain fin, se débitant en plaques.
2. Grès feldspathique.
1. Gneiss (décomposé).

Les formations 2 à 5 paraissent caractériser assez bien les dépôts de la base des grès, notamment dans la région à l'Est de la bordure orientale de l'Assaba, mais on n'est pas fondé à généraliser cette observation qui se trouve en défaut en de nombreux points, notamment sur la bordure occidentale de ce massif, ainsi d'ailleurs qu'en Guinée.

Le contact des granites et des grès est caractérisé par des actions métamorphiques sur lesquelles je reviendrai par ailleurs.

Les dépôts gréseux, qui forment de puissantes accumulations, présentent d'assez faibles variations dans la nature de leurs éléments. Quant à la structure elle est variable. Tantôt elle est

1. Dans les régions représentées sur la carte, ces falaises ont en général une centaine de mètres de hauteur; mais elles ne marquent qu'une crête militaire et l'intérieur des massifs offre des altitudes notablement supérieures.

régulière, homogène, mais plus souvent encore elle présente la stratification entrecroisée. On trouve aussi des grès formés de dépôts horizontaux, mais à grain variable, des grès à galets, avec passage à des conglomérats, des grès en plaquettes, etc., etc. 1.

Si les grès de même structure et de même aspect extérieur sont bien groupés dans certaines régions et paraissent bien correspondre à certains niveaux déterminés, tout essai de généralisation, quant au synchronisme de ces dépôts lorsqu'on les observe à de grandes distances l'un de l'autre, paraît prématuré. On manque en effet de repères précis pour chaque type de dépôt.

En effet, les fossiles n'ont pas été observés au milieu des grès siliceux figurés sur la carte à l'Est de la ligne Moudjéria-Kéniéti. On trouve, en bien des points, outre des zones de perforations dues vraisemblablement à des animaux, des cavités de forme assez constante, tapissées souvent par une pellicule blanchâtre et qui paraissent être des contre-moulages d'êtres organisés. Mais ces cavités ne présentent aucun indice justifiant un examen approfondi. Au point de vue de l'âge de ces formations, on en est donc réduit à les grouper, sans plus de précision, entre le Cambrien (Sinclair) et le Dévonien (Dereims, Chudeau).

b) *Dépôts horizontaux autres que les grès.* — Dans la région de Nioro, dans celle de Kiffa, et en beaucoup

1. Les formes d'érosion sont naturellement fonction de la structure. Je reviendrai sur cette question dans un travail géographique.

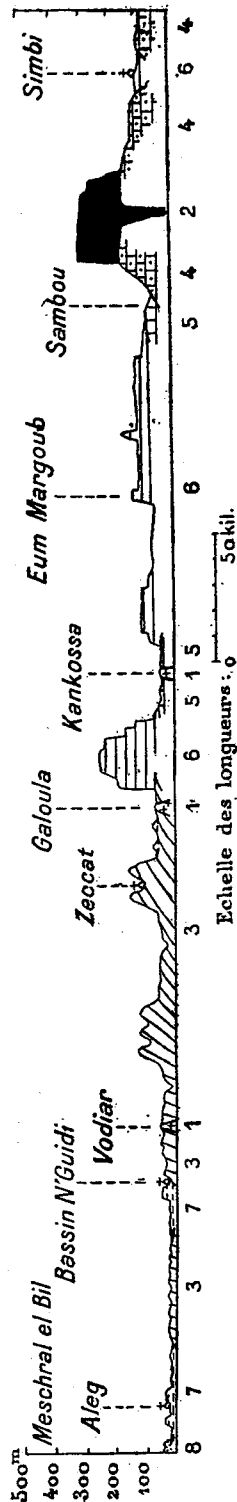


FIG. 2. — Coupe de MESCHRAL EL BIL A SIMBI.

1, Granites et gneiss ; 2, Diabases ; 3, Schistes anciens redressés ; 4, Pétilles ; 5, Jaspes zonés ; 6, Grès siliceux ; 7, Eocène ; 8, Dunes.



d'autres points, apparaissent surtout dans le lit escarpé des torrents, des accumulations considérables de jaspes zonés, disposés en fines couches horizontales de couleur variable. En certains points ces roches forment de véritables escaliers. On les rencontre concurremment soit avec les quartzites à grain très fin, soit avec des pélites. Ces dernières sont plus rares dans les pays représentés sur la carte qu'ils ne le sont en Guinée<sup>1</sup> par exemple, où on les retrouve à des altitudes très variables. Je les ai décrites pour ce pays, ainsi que les quartzites du Haut Sénégal et Niger<sup>2</sup>.

Aucune règle stratigraphique ne paraît avoir présidé aux relations réciproques de ces trois types de formations. Quant à leur situation par rapport aux grès, elle n'est pas moins difficile à définir. En effet, si dans certaines régions les grès sont plus récents que les formations schisteuses il n'en est pas de même partout. Voici quelques renseignements à ce sujet :

Une coupe entre l'Assaba et Mouschiab montre, en faisant abstraction des dunes, les grès siliceux dominant des grès schisteux, lesquels reposent à leur tour sur les jaspes. Mais les limites communes ne sont pas visibles. De même, dans la région d'el Beleuckhache, les grès siliceux sont directement sur les jaspes, mais la limite est masquée par les apports superficiels.

Une coupe passant par Yélimané et Bilazimi montre les superpositions suivantes :

3. Grès siliceux horizontaux.	50 m. env.
2. Jaspes .....	20
1. Pélites <sup>3</sup> .....	50

Ici, grâce aux coupes d'Yélimané, aucun doute n'est possible quant à la superposition des dépôts. Dans le lit de la rivière, à côté du jardin, les pélites s'observent sous environ 5 m. de jaspe ; au poste militaire, on traverse les jaspes sur 3 m. avant d'atteindre les pélites, creusées sur 5 m. ; enfin, à 1500 m. à l'Ouest du poste, on voit les premiers grès reposant directement sur les jaspes (ceux-ci formant un abrupt d'une dizaine de mètres de hauteur).

A Badumbé, la hauteur qui domine la gare est constituée à la base par des quartzites schisteux sur lesquels s'est épanchée une coulée diabasique. Mais, au sommet de la hauteur, s'observe encore un lambeau de grès, manifestement plus récent que les

1. *C. R. Ac. Sc.*, t. 159, p. 1007 ; t. 164, p. 434.

2. Description pétrographique d'échantillons de l'Afrique occidentale française. *Journal Officiel de l'A. O. F.*, 1912, n° 70.

3. A l'Est d'Yélimané ces pélites sont recouvertes par les diabases. Il sera question plus loin de ces dernières roches.

quartzites. De même, dans la région d'Oualia, les schistes sont encore surmontés de grès (km. 175 de la voie ferrée) sur lesquels s'est épanchée une coulée de diabases.

La hauteur au Nord de Dinguira, sur la rive droite du Sénégal, fournit une coupe analogue. On peut encore citer le cas des formations rencontrées entre les kilomètres 99 et 102 du chemin de fer de Kayes au Niger où les grès surmontent des schistes passant peu à peu à des jaspes s'enrichissant en hématite<sup>1</sup> à leur partie supérieure et pouvant donner naissance à un véritable minerai de fer.

Je ne cite que les cas les plus nets de la superposition des grès aux types schisteux horizontaux. Mais il peut y avoir association des deux types de formations comme cela s'observe le long de la voie ferrée de Kayes au Niger (km. 38, 42, 69, 147, 158 et 178) et à la mare d'el Rabe.

Il y a enfin superposition des dépôts schisteux sur les grès, mais cela est peu fréquent dans les pays figurés sur la carte (voie ferrée de Kayes au Niger, km. 148, 157, 236 et 237 notamment<sup>2</sup>).

Il y a diverses façons d'interpréter les relations réciproques des divers termes de la série gréseuse. On peut essayer de faire cadrer la stratigraphie avec la nature lithologique et admettre par exemple que les dépôts schisteux forment un ensemble compris entre deux groupes de dépôts gréseux, l'inférieur étant moins fréquemment représenté. On peut admettre aussi que les dépôts schisteux se sont formés à des époques très diverses et qu'ils se sont intercalés à des niveaux très différents.

Il y a dans les deux interprétations une part de vérité. Si l'on ne considère qu'une étendue limitée, on est en droit d'affirmer qu'à certaines époques se sont individualisés de préférence certains types lithologiques. Ainsi, par exemple, dans toute la région Kiffa-Nioro, les jaspes zonés et les pélites se groupent naturellement dans un même ensemble antérieur aux grès du Tagant ; de même les pélites du massif du Tanguié — Guinée française — font partie d'un même groupe postérieur aux grès de la Gambie. Mais si l'on veut comparer des formations très distantes l'une de l'autre — par exemple, dans le cas précédent, les types du Tanguié et de Nioro — on s'aperçoit que l'argument lithologique seul est trop fragile au point de vue stratigraphique, et les considérations géo-

1. Les schistes à hématite sont abondants dans cette région, on les retrouve notamment le long de la voie ferrée, aux kilomètres 70-71 et 45.

2. On observe aussi une telle superposition à Nioro, mais ici le cas se complique de phénomènes tectoniques.

graphiques aidant, on a plutôt tendance à différencier les deux types de formations.

C'est parce que j'ai pensé qu'il y avait intérêt à réserver cette question de l'âge de ces divers dépôts que je me suis astreint à donner sur la carte une représentation purement lithologique. Le détail de mes itinéraires, qui sera publié d'autre part, permettra sans doute de faire avancer cette étude.

Si, jusqu'à présent, il n'a pas été question des calcaires, c'est que ceux-ci ne représentent que de petits accidents au milieu des immenses surfaces occupées par les autres dépôts. Leurs affleurements n'ont, en effet, que quelques centaines de mètres d'étendue. En dehors de ceux de Dinguira, Toukoto et Siracoro, déjà exploités, les gîtes observés le long de mes itinéraires dans les pays représentés sur la carte sont ceux d'Azerra, Kiffa (trois gîtes) et Kouroudjel (Mauritanie) ; Bendougou (deux gîtes), Digui, Doualé, Gargantan, Ouahiguillou, Ouaïkanou, Samantara, Sélikégnny, Sibindi, Yarkada et Yélimané (Haut-Sénégal et Niger).

D'une façon générale, ces calcaires sont intimement associés aux grès. On les trouve au-dessus d'eux à Yarkada ; au-dessous d'eux à Bendougou (gîte nord) ; en bandes alternant avec eux à Bendougou (gîte sud), à Sibindi, à Yélimané, etc. Mais on peut les rencontrer associés aux jaspes (Kiffa, Toukoto, etc.)<sup>1</sup>.

Tous les dépôts groupés dans le paragraphe relatif aux grès siliceux ont été qualifiés d'horizontaux. Mais si l'horizontalité est bien une de leurs caractéristiques, il s'en faut qu'elle soit absolue. On peut la trouver en défaut dans quelques cas particuliers, très localisés, comme à Nioro ou à Bendougou, ou bien encore quand on observe des coupes d'une étendue très vaste, comme celles présentées par les falaises gréseuses. Dans ce dernier cas, les mouvements tectoniques se réduisent à de faibles ondulations<sup>2</sup>.

Il faut cependant faire quelques exceptions. La première concerne la région de Kayes, où, du km. 12 au km. 33 de la voie ferrée, on observe des grès très redressés. La seconde concerne la région de Zak'relli-el Bakoui, où une série gréseuse, qu'on retrouve d'ailleurs à la falaise de l'Afreïdi (Zafiet), est constituée par des couches souvent fortement redressées (on observe même à el Bakoui un pli couché dont la charnière a sa convexité tour-

1. C'est encore dans la zone occupée par les grès siliceux horizontaux (mais au milieu des jaspes) que se trouvent les importantes salines de N'Seïli.

2. Pour les grès de l'Assaba on observe un léger pendage est, c'est-à-dire dirigé vers l'intérieur du massif gréseux. Il est intéressant de constater que les falaises de Bobo-Dioulasso et de Bandiagara accusent respectivement un pendage nord et un pendage ouest, et que par suite il y a plongement général des couches vers le centre de la masse gréseuse Moudjéria-Bobo-Boudiagara.

née vers l'Ouest). Il est bon de noter que dans ce second cas les grès plissés sont recouverts en discordance par des grès horizontaux <sup>1</sup>.

Si peu importantes qu'elles soient en général, c'est cependant aux actions tectoniques qu'il convient d'attribuer le dessin de la falaise Moudjéria-Kéniéti. Je ne crois pas cependant qu'il y ait eu décrochement vertical coïncidant plus ou moins avec la position de la falaise. Les actions tectoniques ont dû être lentes, peu brutales et elles ont déterminé dans la masse un réseau de cassures à peu près perpendiculaires et orientées N-S et E-W dans la partie occidentale de l'Assaba. Ces cassures peu à peu agrandies par l'érosion, ont servi d'amorce à la future falaise. Quant aux matériaux éboulés de la partie frontale, ils ont naturellement été déblayés par les eaux courantes, dont l'action a été certainement considérable, comme l'attestent de nombreuses preuves géographiques et géologiques <sup>2</sup>. Ce mécanisme s'est produit évidemment dans les autres parties de la région gréseuse, et il explique mieux que tout autre, je crois, l'abondance des accidents verticaux <sup>3</sup>.

SCHISTES ANCIENS REDRESSÉS. — Entre les dépôts tertiaires et la falaise qui limite à l'Ouest les grès siliceux horizontaux se présente une série de formations métamorphiques parmi lesquelles dominent les schistes micacés. Ces derniers sont à peu près exclusivement représentés, entre Talaya et Gaboula, tandis que plus au Sud les micaschistes et surtout les quartzites dominent (Magama, Sélibaby <sup>3</sup>, Bakel, Sénoudébou). Plus au Sud encore les schistes sont plutôt localisés dans la partie orientale (au voisinage de Tambaoura) tandis que les quartzites sont groupés dans la partie occidentale (à proximité de l'Éocène).

Ces indications de répartition sont évidemment très grossières et si, personnellement, j'ai l'impression que les quartzites de cette série sont en général plus récents que les schistes, il est pour le moment malaisé de le démontrer, d'autant plus qu'on ne trouve guère que des affleurements discontinus, où les roches apparaissent

1. On peut citer encore d'autres cas, comme celui des grès redressés d'El Graham, cas intéressant par son analogie avec ce qu'on observe à Kati. Mais il s'agit d'accidents purement locaux.

2. Accumulations de galets; chaos de blocs roulés dans les gorges; réseau hydrographique ancien très puissant; isolement de buttes témoins; existence de larges vallées anciennes où les grès ont été complètement enlevés (Rkig); coupure de la falaise Assaba-Tambaoura par le Sénégal; formation du golfe de Tischy à la rencontre du Sénégal et du Koulou; décapage de la partie Kouroudjel-Garella par le Karakoro (Koulou), etc.

3. Un phénomène identique a dû se passer pour les coulées diabasiques dont la partie frontale formée si souvent des falaises. L'accumulation des blocs éboulés à la base des escarpements justifie cette interprétation. Seulement, dans le cas des coulées diabasiques les cassures peuvent être dues à des phénomènes de retrait.

toujours redressées souvent jusqu'à la verticale. Sauf dans quelques cas très localisés, les plans de schistosité sont orientés suivant des droites à peu près dirigées Nord-Sud. Entre Talaya et Gaboula d'autre part. Ces actions ne sauraient d'ailleurs être mises en doute puisqu'on peut observer de nombreux contacts. Elles ont eu des résultats variés.

Les modifications apportées aux grès sont faibles et localisées. Il y a parfois transformation en quartzites avec, exceptionnellement, individualisation de feldspaths (Bendougou).

Au Nord de Koniakary, les jaspes zonés sont dus à des phénomènes de contact exercés probablement aux dépens d'argiles. Quant aux pélites ce sont également des types modifiés par les diabases (région de Nioro surtout). J'ai déjà décrit certains gîtes de la Guinée, d'ailleurs identiques <sup>1</sup>.

Les quartzites, déjà étudiés également, sont surtout des types micacés, plus ou moins riches en éléments feldspathiques (Bardoumbé, etc.) <sup>2</sup>.

Enfin les calcaires méritent une attention toute particulière. Le contact avec les diabases a déterminé leur transformation en marbres, en même temps que s'individualisaient, au contact, de puissantes masses de magnétite (Siracoro, Samantara, etc.) où se développaient en abondance le grossulaire, l'épidote, la prehnite, la calcédoine, etc. (Doualé, Sibindi, etc.), ou encore, outre les minéraux précédents, le grenat mélanite (Bendougou) <sup>3</sup> si nettes et si indiscutables que soient ces actions métamorphiques, on est parfois embarrassé pour les invoquer là où l'influence des diabases est beaucoup moins évidente. Dans certains cas on peut faire valoir, il est vrai, que la mise en place des diabases a été accompagnée ou suivie d'actions pneumatolitiques <sup>4</sup>, filoniennes <sup>5</sup> ou thermales <sup>6</sup>, qui, jointes aux actions dynamiques mises en évidence par le zonage des jaspes ou la schistosité des pélites, ont pu déterminer la modification des dépôts antérieurs et leur donner des caractères comparables à ceux acquis par les dépôts analogues au contact des diabases. Mais, comme semble bien le montrer l'observation, ces actions seraient d'autant plus faibles

1. Echantillons communiqués par M. l'administrateur des Colonies Amar.

2. *Journal Officiel de l'A. O. F.*, loc. cit.

3. A Siracoro notamment, on trouve, outre le marbre blanc, des calcaires cristallins zonés. L'aspect extérieur, quant à la disposition des bandes claires et foncées est identique avec celui des jaspes et des pélites de la région. Je crois que de cette analogie, on pourrait tirer des conclusions au moins quant aux actions dynamiques supportées par ces différentes formations.

4. Micropégmatites et pegmatites à vastes cavités microlitiques au milieu des diabases.

5. Filons de barytine de Kiffa, de Dinguira, etc.

6. Travertins de Siracoro, de Diabessamou.

qu'elles s'exerceraient plus loin des contacts. De plus elles seraient à peu près nulles sur les grès, lesquels, à peu près exclusivement constitués par de la silice, seraient demeurés chimiquement inertes.

**GRANITES ET GNEISS.** — Les dimensions mêmes de la carte m'ont obligé à classer sous la même rubrique les granites et les gneiss. La distinction entre ces deux types est d'ailleurs délicate, car le plus souvent les types à faciès gneissique sont d'origine éruptive<sup>1</sup>. leur pendage moyen passe progressivement et d'une façon très régulière de 80° Ouest à 20° Ouest. C'est là une constatation intéressante, qui cadrerait bien avec ce que j'ai indiqué précédemment au sujet de l'âge relatif des schistes et des quartzites, mais il faudrait pouvoir la généraliser avant d'en tirer des conclusions sur la tectonique des pays visités.

Au Nord du Sénégal surtout ces formations ont été rabotées par les eaux courantes, ainsi que l'établit le modelé général de la région et l'extension des *rags* (plaines de galets). Elles ont laissé, comme témoins, des petits massifs dont le grand axe est à peu près orienté comme les plissements.

Ces formations sont fréquemment traversées par des filons de quartz, filons-couches surtout, parfois très importants (cimetièrre maure de Tartougal).

Nous n'avons aucun renseignement positif sur l'âge absolu de ces types métamorphiques. Leur surface était déjà profondément rabotée et transformée en pénéplaine lorsque les premiers éléments du système gréseux se sont déposés.

**DIABASES.** — Les diabases sont les roches les plus difficiles à représenter sur la carte. Si l'on voulait donner une idée de leur importance relative, on devrait leur attribuer la presque totalité de la surface comprise entre Bougoudré, Koré, Boudougou, Modikanou, Tangalla, Diabessamou et Yélimané, mais, comme dans ce massif elles n'affleurent pas d'une façon exclusive j'ai préféré, afin d'éviter une généralisation trop hâtive, n'indiquer que les surfaces reconnues. Un trait discontinu montre leur extension vers l'Ouest et permet de raccorder la partie Modikanou-Diabessamou à la partie Bougoudré-Koré.

L'aspect sous lequel se présentent les diabases quand elles occupent de grandes surfaces est celui de coulées qui peuvent avoir, dans la région d'Yélimané, une centaine de mètres de hauteur. Elles offrent souvent le débit prismatique — qui favorise la production des escarpements. Il y a d'ailleurs non seulement

1. Vodiar, Toucobra, Tacholt, etc.

individualisation de cassures verticales, mais encore de cassures horizontales, de sorte que l'ensemble prend parfois l'aspect d'un mur. Quelquefois chaque « pierre » de ce « mur » a ses angles émoussés ou même fortement arrondis par l'érosion et l'ensemble prend alors l'allure d'accumulation de boules de diabases sur un plan vertical (Tomora)<sup>1</sup>.

L'âge relatif des diabases est variable, comme l'établit leur présence à différents niveaux<sup>2</sup>. Les plus récentes recouvrent les grès siliceux horizontaux<sup>3</sup> (Kersiguané, Doualé et surtout partie méridionale du Tambaoura).

La mise en place de ces coulées a été naturellement accompagnée d'actions métamorphiques. Je ne m'étendrai pas longuement sur les phénomènes observés que je me propose de reprendre. En tout cas il faut établir des distinctions très nettes en ce qui concerne l'âge, car la mise en place de ces granites a eu lieu à des époques très variables. Les plus récents sont postérieurs aux quartzites (Dendénaïa, Kankossa) et contemporains des grès, ou au moins des plus inférieurs d'entre eux<sup>4</sup> (régions de Kouidiougou, Degui). Les types les plus remarquables de cette série sont les pegmatites à amphibole et à pyroxène que j'ai déjà eu l'occasion d'étudier autrefois<sup>5</sup> et qui s'individualisent fréquemment au milieu des diabases dans le Tomora et le Soroma.

ROCHES MICROLITTIQUES<sup>6</sup>. — En raison de la faible étendue de leurs affleurements, les types microlitiques n'ont pas été portés sur la carte. Ce sont surtout des roches acides qu'on observe (Diabougou, Tassala, Koukossa, Kéniéti, etc.). Quant aux types basiques ils ont été généralement transformés en schistes amphiboliques sous l'influence d'actions dynamiques puissantes. Ce phénomène a eu son maximum d'intensité dans le massif de Khakhadian, où M. Arsandaux l'avait déjà observé<sup>7</sup>.

1. Les contacts avec les grès sont rares. Ils s'observent à des cotes peu élevées et aux dépens de dépôts qui sont certainement plus anciens que ceux placés au sommet des falaises. Mais on ne peut pas dire que ce soient les grès les plus anciens de la série.

2. Je rappelle que les coulées diabasiques ont une extension considérable dans les régions situées au Sud de celles représentées sur la carte.

3. En dehors de la région des grès, on trouve encore les diabases notamment au milieu des schistes anciens redressés. Elles se présentent alors sous forme de puissants filons-couches : Koro, Toucôbra, etc.

4. *C. R. Ac. Sc., loc. cit.*

5. H. HUBERT. *Loc. cit.*

6. Je n'ai pas porté sur cette carte l'indication relative au trachyte à noséane de Sénoudébou, dont j'ai cherché vainement le gisement. J'ai beaucoup de raisons de supposer que cette roche, qui a servi à faire des dallages à Sénoudébou, a été importée des Canaries lors de la reconstruction du fort (1845).

7. H. ARSANDAUX. Sur la constitution géologique du massif de Khakhadian. *C. R. Ac. Sc.*, 5 avril 1904.

## TROIS ESPÈCES NOUVELLES OU MAL CONNUES DE CÉRITHES TERTIAIRES<sup>1</sup>

PAR G.-F. Dollfus.

PLANCHES V ET VI.

J'examinerai dans cette note quelques espèces de Cérithes tertiaires, nouvelles ou mal connues, qui présentent un intérêt stratigraphique particulier par leur gisement, leur extension et leur synonymie.

I. *Cerithium (Potamides) Baumbergeri* n. sp. de Jensberg, près Bienne (Suisse).

II. *Cerithium (Pirenella) Guebhardi* n. sp. de Eoulx, près Castellane (Basses-Alpes).

III. *Cerithium (Tympanotonus) labyrinthum* DUCH. in NYST. espèce caractéristique de l'Oligocène inférieur et moyen de l'Europe occidentale.

### I. — *CERITHIUM (POTAMIDES) BAUMBERGERI* G. DOLL. n. sp.

PL. VI, FIG. 13.

M. Baumberger, géologue de Bâle, a bien voulu envoyer à mon examen quelques spécimens de Cérithes, du groupe des Potamides, qu'il avait rencontrés en abondance dans un grès molassique à Jensberg, près Bienne (Suisse); cette coquille m'a paru nouvelle et je lui ai donné le nom de ce géologue qui l'avait découverte.

Quelques mots sont nécessaires sur son gisement<sup>2</sup>. Les collines qui bordent le pied du Jura, de Soleure à Bienne, sont formées de couches nombreuses et épaisses de molasse tertiaire dans laquelle les dernières études de M. Baumberger ont permis de tracer d'importantes subdivisions. Une coupe d'un chemin de fer local et celle d'autres travaux à Jensberg, au Büttenberg, à Lengnau, à Grenchen, ont donné la succession suivante, de bas en haut, la molasse reposant en transgression, mais en concordance apparente, sur le Jurassique supérieur par

1. Note présentée à la séance du 24 juin 1918. Manuscrit remis le 24 novembre 1918.

2. E. BAUMBERGER. Beiträge zur Geologie der Umgebung von Biel und Grenchen. Bâle, 1915, p. 109-142. 1 pl. *Verhand. Naturfor. Gesell. in Basel.*



l'intermédiaire d'une couche variable d'argile sidérolithique d'altération (Bolus), elle débute par :

1° : MOLASSE A FEUILLES, très épaisse, avec *Unio subtabellatus* ROLLIER, *Melania grossecostata*, *Neritina aperta*, qui appartient au Stampien.

2° : MOLASSE A CONCRÉTIONS CALCAIRES (Nagellfluh), très épaisse, presque sans fossiles, classée dans l'Aquitanien (*non* MAYER), qui appartient à l'Oligocène et que nous attribuons au Firmilien.

3° : MOLASSE VERDATRE, grossière, nombreux galets, avec fossiles marins (Muschelsandstein), environ cent mètres d'épaisseur, base du Miocène (Burdigalien BAUMB. — Aquitanien *mihî*).

4° : MOLASSE SABLEUSE verdâtre, avec lits argileux fossilifères, puissance 125 m. Quelques espèces du Miocène marin moyen incontestables ; Helvétien propre.

C'est au-dessus qu'apparaît, après un ravinement profond accompagné de cailloux,

5° : UN GRÈS BLANCHÂTRE qui a fourni le *Potamides Baumbergeri* ; l'épaisseur du dépôt est d'une soixantaine de mètres et la présence d'un fort ravinement à la base a fait considérer cette assise comme tortonienne par M. Baumberger.

Je ne suis pas tout à fait de son avis sur ce point, je pense que c'est encore de l'Helvétien supérieur ; les ravinements et lits de galets n'ont pas, dans la molasse, une valeur stratigraphique aussi grande que celle qu'ils peuvent avoir dans d'autres terrains. Je me fonde pour motiver cette divergence de vue sur les fossiles marins qui accompagnent le Potamide nouveau, ce sont : *Corbula carinata* DUJ., *Macra subtruncata* DA C., *Trochus patulus* BROCC., *Cylichnina Brocchii* MICH., *Tympanotonus lignitarum* EICH. ; cette faune n'est pas tortonienne, elle est un peu plus ancienne, et les Mollusques continentaux l'accompagnant ne sont pas de nature à faire pencher la balance vers le Miocène supérieur ; ce sont, d'après les auteurs : *Vivipara curtisaliariensis* MAYER, *Planorbis Mantelli*, *Limnea dilatata*, *Helix inflexa* MARTENS, *Melanopsis impressa* KR., *Helix giengensis* KR. ; je n'ai vu qu'une partie de ces fossiles, mais ils sont du Miocène inférieur ou moyen, leur passage dans le supérieur est jusqu'ici douteux.

Quoi qu'il en soit de cette classification stratigraphique, voici la description du *Potamides Baumbergeri* qu'on retrouvera un jour probablement ailleurs, dans quelque dépôt d'un âge moins discutable qui en assurera l'horizon.

*POTAMIDES BAUMBERGERI* n. sp. — Coquille turriculée, longue, tours au nombre de douze environ, subplans ; suture assez

*profonde, peu oblique; surface ornée de côtes longitudinales assez fortes coupées en deux parties par un sillon, la lignée bordant la suture supérieure prédominante; ouverture médiocre, subrectangulaire; labre médiocre, faiblement sinueux; columelle droite, un peu oblique, se terminant par un canal à échancrure faible; le dernier tour est pourvu de trois cordons décourants inégaux. Longueur 25 mm., largeur 7 mm. Helvétien supérieur. Grès de Jensberg, près Bienné (Biel), Suisse.*

Nos échantillons sont malheureusement d'une conservation médiocre, le test altéré est devenu pulvérulent et il faudrait pouvoir l'encoller sur place, l'ornementation un peu frustre ne permet pas ainsi de discuter les détails. Nous ne voyons aucune espèce décrite jusqu'ici qui s'y rapporte, elle nous semble une survivance dans le Miocène du *Potamides Lamarcki* qui est cantonné comme on sait dans l'Oligocène supérieur; comparé à ce *Potamides Lamarcki*, type du genre, notre espèce s'en distingue par ses tours moins arrondis, ses sutures moins obliques, et ses côtes plus droites. Il faut dire que l'échantillon figuré par Brongniart avait une ouverture très incomplète et qu'il faut se référer aux figures en phototypie données par M. Cossmann pour toutes les comparaisons à faire avec cette partie de la coquille (Essai de Paléoconchologie, liv. VIII, pl. x, fig. 89), le labre est médiocre, la columelle est forte, tordue, et le canal inférieur peu développé, ce sont là des caractères génériques communs qui donnent bien le classement dans les Potamides. L'ornementation n'est pas sans analogie avec le *P. nodosoplicatum* HÆRNES, de Vienne, qui est bien plus grossier, et aussi avec le *P. caspius* ANDROUSSOW qui est peu connu. Tournouër a fait figurer dans son travail sur le mont Léberon (pl. xviii, fig. 3-4), comme variété du *C. pictum*, un fossile décortiqué de Cabrières qui n'est pas sans analogie avec nos échantillons, et qui est loin du vrai *C. pictum*; mais la commune décortication n'est peut-être pas étrangère à notre rapprochement. Il convient de remarquer que les Potamides sont en décroissance manifeste dans le Pliocène et ont disparu de la faune européenne actuelle.

## II. — *CERITHIUM (PIRENELLA) GUEBHARDI* G. D. n. sp.

PL. VI, FIG. 12.

J'ai reçu depuis quelques années déjà de mon ami le D<sup>r</sup> A. Guébard un Cérithé, assez curieux, provenant d'Eoulx,

près Castellane (Basses-Alpes), au ravin de Rayau, dont la place, vers le sommet de la série tertiaire de la région, restait un peu indécise et la détermination critique; ce n'est qu'en procédant l'hiver dernier à l'étude de nouveaux matériaux que mon aimable correspondant avait recueillis, que cette espèce m'est revenue sous les yeux et que j'ai compris l'intérêt qu'il y avait à en préciser le classement.

L'espèce me paraît nouvelle et je n'ai pas cru pouvoir mieux faire que de la dédier à l'infatigable auteur de sa découverte. Je l'ai mentionnée, sans l'indication spécifique, comme *Potamides n. sp. cf. Cerithium pictum* dans le *Compte Rendu sommaire des Séances* de la Société géologique le 22 août 1918 (p. 100), le niveau des couches d'Eoulx étant supposé Firmitien.

Il résulte tout d'abord de l'étude de l'ouverture qu'il convient d'adopter le sous-genre *Pirenella*, comme pour le *Cerithium pictum*, et non pas le genre *Potamides*, car la columelle est excavée, courbe, elle n'est pas tordue et la disposition de la spire à suture oblique est importante dans tout le groupe.

Ces questions ont été discutées par M. Cossmann (*Essai de Paléococonch.*, VIII, p. 15), et nous pouvons nous y rallier.

Il n'est pas possible d'assimiler le *C. Guebhardi* au *C. bicinctum* BROCCHI (*Murex*) (pl. ix, fig. 13), la figure de Brocchi est une forme régulière, à tours arrondis, à suture oblique, à ouverture arrondie, avec un canal versant, oblique; il n'est pourvu que de deux rangées de granulations arrondies bordant les sutures qui sont séparées par quelques cordons fins, spiraux: c'est une tout autre ornementation. Eichwald a figuré sous le nom de *C. bicinctum* une espèce différente de celle de Brocchi, forme lourde à tours carrés, étagés, qui est devenue le *Potamides (Pirenella) Peneckeii* HILBER 1882, qui n'a rien à voir avec notre nouvelle espèce.

Il ne nous paraît pas que M. Sacco ait bien interprété la rare espèce de Brocchi, il figure sous ce nom une espèce à dernier tour très haut, à spire étagée, ce qui l'a déterminé à la création du sous-genre *Tiarapirenella*, dont les caractères sont bien différents, les ornements ne sont pas arrondis, mais comme trièdres et épineux, le canal nul est tronqué, les affinités de son espèce sont avec le *C. pictum*, mais la double rangée spirale est fort loin de la triple rangée du *C. Guebhardi*.

Plus près, comme ornementation, il faut signaler le *Cerithium disjunctum* SOWERBY 1831, in Murchinson [*Transact. Geol. Soc. London*, III, p. 420, pl. 39, fig. 12, de Radkersberg (Styrie). Sans description]. Il y a trois rangs de granulations, mais

elles ne sont pas séparées par de fins cordons spiraux et l'ouverture est celle d'un *Potamides* et non d'une *Pirenella*. Høernes a donné une figure plus accessible (*Moll. Wien. Beck.*, pl. 42, fig. 10-11), la columelle est droite, non excavée, le canal est presque nul et le labre très faible ; Eichwald a figuré la même espèce sous le nom de *C. convexum* et il faut rappeler que le *C. disjunctum* GOLDFUSS, qui appartient à la craie de Gosau, et qui est devenu *C. sejunctum* ZEKELI, n'a rien à voir non plus avec nos échantillons.

La position stratigraphique de ces espèces est restée longtemps obscure ; l'étude de M. Hilber<sup>1</sup> en a fixé le niveau dans le Sarmatique, au sommet du Miocène ; c'est tout le groupe : *C. pictum*, *C. disjunctum*, *C. bicinctum* occupant en Styrie un niveau qui paraît plus récent que celui du *C. Guehardi*.

*Cerithium (Pirenella) Guehardi* n. sp. — Coquille turriculée, 10 à 11 tours, tours irrégulièrement convexes, parfois subplans, d'autres fois arrondis ; ces tours sont ornés de trois cordons arrondis, assez forts, séparés par un ou deux cordonnets très fins ; ces cordons spiraux sont coupés par des sillons axillaires qui déterminent des granulations assez régulières, le cordon spiral bordant la suture étant sensiblement plus fort que les autres, se trouve coupé en granulations perliformes dominantes. La base du dernier tour est pourvue de 7 à 8 cordonnets inégaux ; l'ouverture, relativement médiocre, est arrondie ; la columelle est courbe, se terminant par un canal court, faiblement échancré ; le labre est médiocre, un peu sinueux.

On observe sur quelques échantillons des traces d'une coloration ancienne qui consistait en fortes zébrures longitudinales rouges ou noires, ondulées, un peu plus larges que leurs intervalles et se poursuivant du sommet à la base de la coquille.

Longueur 25 mm., largeur 8 mm.

Dans quelques échantillons la spire se réduit, l'aspect devient conique ou ne mesure plus que 13 mm. sur 6, avec 7 à 8 tours, la suture est plus profonde et le troisième cordon spiral est masqué par la suture du tour suivant.

Le gisement du *C. Guehardi* est utile à préciser, voici la coupe qui nous est donnée par M. Guébard :

*Coupe du Tertiaire d'Eoulx :*

Forté épaisseur du poudingue (supposé Pontien).

1. V. HILBER. Sarmatische Miocene Conchyl. Oststeiermarks Graz. 1892. Verlag. der Naturwiss. für Steiermark, p. 8, pl. unique, fig. 15.

TORTONIEN. — *d*) Marnes vertes avec plaquettes siliceuses à végétaux, forte épaisseur, lit à Cérithes à la base.

*c*) Marnes vertes avec plaquettes de gypse fibreux et lignites.

*b*) Marnes vertes gréseuses et végétaux silicifiés.

*a*) Argile verte avec grumaux de calcaire blanc, plaquettes siliceuses; forte épaisseur.

Faible discordance.

FIRMITIEN. — *b*) Calcaire gris en dalles avec silex noirs, marnes blanches, fossiles lacustres: Limnées, Planorbis, Helix (faune d'Eoulx).

*a*) Calcaire blanc, crayeux, pétri de fossiles lacustres, très épais.

Le lit à Potamides est bien distinct du calcaire lacustre, il n'est pas au-dessous, comme il a été dit le 22 avril 1918, mais fort au-dessus. Maintenant ces marnes vertes doivent-elles être réunies au calcaire lacustre de la base dont elles sont séparées par une faible discordance; doit-on les considérer isolément comme représentant le Tortonien; ou doit-on les réunir au Poudingue supérieur comme Pontiques? Nous ne pouvons en ce moment trancher cette question; M. Guébard en a parlé dans une note à l'Académie du 15 mai 1916: « Sur l'âge des congglomérats supérieurs de la région de Castellane dans ses rapports avec les plissements alpins » (*Compte Rendu Soc. Géol.*, 5 juin 1916). Il estime que les congglomérats supérieurs, qui se montrent en bancs souvent redressés jusqu'à la verticale, datent la terminaison des mouvements alpins; M. Kilian pense que les derniers plissements alpins ont été post-helvétiques, M. Guébard les considère comme post-pontiens. Au fond la différence n'est pas très grande, et le *C. Guebardei* peut être parfaitement tortonien. Comme les couches qui le renferment paraissent mieux reliées aux couches inférieures qu'au poudingue qui les surmonte, ce mouvement alpin deviendrait *pré-pontien*, sans qu'on puisse serrer la question davantage pour le moment.

### III. — CERITHIUM (TYMPANOTONUS) LABYRINTHUM DUCH. in NYST

Pl. V, FIG. 1-4; PL. VI, FIG. 5-11.

1822. *Potamides? margaritaceus* BR. SOWERBY, Min. Conchol., t. IV, p. 51, pl. 339, fig. 4 (les 3 figures inférieures de la planche non Brocchi).
1822. *Potamides? cinctus* LAMK. SOWERBY, *idem*, t. IV, pl. 340, fig. 1 (non LAMARCK).
1834. *Cerithium elegans* DESH. Coq. fossiles env. Paris, II, p. 337, pl. LI, fig. 10-12 (Versailles) non Blainville.
1836. — *labyrinthum* DUCHATEL in NYST. Coquilles fossiles de Houssel et de Klein-Spauwen, p. 30, pl. I, fig. 76.
1836. — *margaritaceum* BROCCHI. NYST, *idem*, p. 28 (non Brocchi).
1836. — *Cordieri* DESH. NYST, *idem*, p. 29 (non DESHAYES).

1845. *Cerithium margaritaceum* NYST. Coquilles et Polypiers fossiles tert. Belgique, p. 535 (non BROCCHI).
1848. — *elegans* DESH. BRONN. Index paléontol. I, p. 267.
1848. — *involutum* (non LAMARCK). BRONN., *idem*, p. 269.
1849. — *elegans* DESH. HÉBERT, fossiles tert. du Limbourg. *B. S. G. F.*, VI, p. 460, 464.
1850. — *submargaritaceum* A. BRAUN. Note in Walckner Geognosie II, p. 1127 (Mayence) (n° 184 ! n° 182 ? n° 183 !).
1852. — *submargaritaceum* A. D'ORBIGNY. Prod. de Pal., II, p. 419, El. 25 B, n° 1543.
1852. — *pseudocinctum* A. D'ORB., *idem*, n° 1541.
1852. — *elegans* DESH., D'ORB. Prod. t. III, p. 16. El. 26 A, n° 235.
1854. — *elegans* DESH. HÉBERT et RENEVIER. Descript. fossiles Num. Sup., p. 36-37.
1854. — *conulus* BRUG. HÉBERT et RENEVIER, *idem*, p. 43-44 (non BROUËRE).
1856. *Potamides margaritaceus* SOW. Ed. FORBES. Tertiary fluviomarine form. Isle of Wight, p. 45, pl. III, fig. 13.
1856. *Cerithium elegans* DESH. FORBES, *idem*, pl. II, fig. 10.
1862. — — DESH. BRISTOW. Geology of Isle of Wight, p. 93, fig. 69.
1862. — *pseudocinctum* D'ORB. Bristow. *idem*, p. 131.
1863. — *elegans* DESH. SANDBERGER. Die conchyl. Mainzertertiäbeken, p. 104, pl. XVIII, fig. 3.
1863. — *submargaritaceum* BRAUN, SANDBERGER, *idem*, p. 105, pl. VIII, fig. 4 à 4 g.
1865. — *elegans* DESCHAYES. Anim. sans vert. B. Paris, III, p. 138, pl. 80, fig. 20-24.
1865. — *Taschei* LUDWIG. Fossile Conchy. tert. Sussw. u. Meerw. Hessen. p. 72. *Paleontograph.*, XIV, pl. XXI, fig. 1.
1867. — *margaritaceum* DELBOS et KOECHLIN-SCHLUMBERGER. Descript. Géol. du Haut-Rhin, II, p. 42, Eguisheim.
1868. — *elegans* DESH. FUCHS. Conchylien a. d. Braunkohl. bei Pielach nach Melk. *Verhand. K. K. Geol. Reich.*, p. 216.
1870. — *elegans* BRUG. FUCHS. Tert. vicent, p. 210 (47) Val Scaranto.
1870. — *elegans* DESH. var. *alpinum* TOURNOÛR. Note sur les fossiles des Basses-Alpes. *B. S. G. F.*, t. XXIX, p. 496, pl. V, fig. 4.
1872. — *Weinkauffi* TOURNOÛR, *idem*, p. 521-523.
1873. — *elegans* DESH.-ORTLIEB et DOLLFUS. Excursion Soc. Malacol. Limbourg belge. VIII. p. 5, 6, 9, 11.
1880. — *elegans* DESH. TOURNOÛR. Excursion d'Etampes. *B. S. G. F.*, VI, p. 9-11.
1883. — *submargaritaceum* BRAUN LRPSIUS. Das Mainzer Becken, p. 120 Cerithien Kalk, p. 134 Corbicula Kalk.
1883. — *elegans* DESH. LRPSIUS. *Idem*, p. 50. Meeressand.
1884. — *Weinkauffi* TOURN., COSSMANN et LAMBERT. Etude paléont. Etampes. *Mém. S. G. F.*, (9), t. III, p. 146.
1884. *Potamides polycosmena* FONTANNES. Faune Mal. Aix, p. 12, pl. I, fig. 7-9.
1884. — *submargaritaceus* BRAUN, var. *rhodanica* FONTANNES. *Idem*, p. 13, pl. I, fig. 16-20.
1885. — *submargaritaceus* FONTANNES. Tertiaire vallée du Rhône. VIII, p. 77, 113, 125 et s.
1889. *Cerithium elegans* DESH. CL. REID et STRAHAM. Geol. of Isle of Wight, p. 188, 290, fig. 70.
1888. — *elegans* DESH. MOURLON. Géol. de la Belgique, I, p. 254, II, p. 196.
1888. *Potamides promargaritaceus* ? SAGGO. Sur quelques Potamides du bassin tert. du Piémont, pl. VII, fig. 5-11.
1889. — *pliciformis* SAPORTA. Plantes et Moll. fossiles d'Aix. *Ann. Soc. Géol.*, XX, p. 58, pl. I, fig. 6-8.

1889. *Potamides protolauræ* SAPORTA. *Idem*, Pl. I, fig. 9-10.  
 1889. — *rhodanica* FONT. SAPORTA. *Idem*, Pl. I, fig. 1-10.  
 1890. *Cerithium elegans* DESH. RENEVIER. Monogr. Hautes Alpes Vaudoises. *Mat. carte Géol. Suisse*, t. XVI, p. 370 (nomb. loc.).  
 1390. — *incrustans* SCHL. MATH. MIEG, BLEICHER et FLICH. *Contrib. terr. tert. Alsace*. *B. S. G. F.*, XVIII, p. 392.  
 1891. *Potamides elegans* DESH. R. B. NEWTON. *System. list British. Eoc. Moll.* p. 194.  
 1891. *Cerithium cf. margaritaceum* BROCCHI. MUNIER-CHALMAS. *Tertiaire du Vicentin*, p. 62 (La Granella).  
 1891. — *elegans* DESH. MUNIER-CHALMAS. *Idem*, p. 73 (Castel Gomberto).  
 1891. *Potamides submargaritaceus* D'ORB. NEWTON. *Idem*, p. 195.  
 1891. — *cinctus* NEWTON (non BRUG). *Idem*, p. 193.  
 1892. *Cerithium submargaritaceum* BRAUN. FÖRSTER. *Geol. Führer Umg. Mulhausen*, p. 50, pl. V, fig. 17 (fig. scenestre).  
 1894. — *margaritaceum* (non BROCC.). KOCH. *Tertiärbildungen Siebenburg. Mitt. K. K. Geol. Ung.* X, p. 325.  
 1895. *Potamides Rhodanicus* FONT. DEPÉRET. *Fossiles oligocènes de Barrême*. *B. S. G. F.*, t. 23, p. 878 (Tongrien).  
 1895. — *promargaritaceus* SACCO. *I. Moll. Ter. Ter. Piemonte. Part. XVII*, p. 46.  
 1896. *Cerithium elegans* DESH. DOUXAMI. *Terr. Tert. Dauphiné et Savoie*, p. 143 (Entrevernes).  
 1896. — *Weinkauffi* TOURN. DOUXAMI. *Idem*, p. 78 (Platé).  
 1896. — *Vivarii* OPPENHEIM. *Das Alttert. colli Berici in Venetien. Zeich. Geol. Gesell.*, p. 107, pl. V, fig. 3-5.  
 1901. *C. (Potamides) Vivarii* OPPENHEIM. *Die Priabonaschichten, Paleontograph.* XLVII, p. 203.  
 1900. *Potamides margaritaceus* BROCCHI (pars) ROVERETO. *Moll. foss. tongriani Santa Giustina*, p. 148.  
 1900. — *Vivarii* OPP. G. DOLLFUS. *Excursion Étampes. B. S. G. F.*, XXVIII, p. 117.  
 1906. *Cerithium Vivarii* OPPENHEIM. *Neue Beiträge zur Geol. Pal. Balkanhalbinsel*, p. 155.  
 1906. *Tympanotonus elegans* DESH. COSSMANN. *Essais de Paléoconch. comparée*, VII, p. 120.  
 1908. — *Vivarii* OPP. FABIANI. *Paleont. dei colli Bericii*, p. 121.  
 1909. *Cerithium Vivarii* OPP. BOUSSAC. *Révision du Num. alpin. Bull. carte Géol. F.*, 122, p. 10.  
 1910. — — OPP. POPESCU-VOITESTI. *Stratig. nummulitique Roumanie occidentale*, p. 41, 89, Pl. XXI, fig. 7.  
 1910. *Tympanotonus submargaritaceus* BRAUN. DOLLFUS. *Bassin de Mayence. B. S. G. F.*, X, p. 604, 608, 613.  
 1913. *Cerithium Vivarii* OPP. BOUSSAC. *Paléontol. du Nummulitique alpin, type*, p. 295.  
 1913. — — *mut. alpina* TOURN. BOUSSAC. *Idem*, p. 296. pl. XVIII, fig. 39, 40, 43, 45, 56, 60.  
 1915. *Potamides margaritaceus* BR. GIUS. STEFANINI. *Sull' esistenza del Oligoc. in Friuli*, p. 22, pl. V, fig. 32 a-b.  
 1918. *Cerithium (Tympanotonus) labyrinthum* DESH. in NYST. G. DOLLFUS, *Limites de l'Oligocène. C. R. Somm. Soc. géol. F.*, Marseille p. 45, Aix p. 51, Apt p. 71, Castellane, p. 99.

*Diagnoses.* — *Potamides ? margaritaceus*. Conical, turreted ; five close rows of bead-like granules surround each whorl, the first and fourth row minute, and the fifth larger than the other row ; lip expanded, plicated ; columella recurved, obtusely carinated (J. SOWERBY).

*Cerithium labyrinthum* DUCH. Coquille conique, composée de 10 à 12 tours, chaque tour muni de cinq stries transverses granuleuses, la supérieure étant constamment la plus forte ; finement striée longitudinalement ; ouverture ovale, oblique ; columelle courte (NYST).

*Cerithium elegans* DESH. Testa conico-turrita, apice acuminata ; anfractibus planis, transversim striato-sulcatis, eleganter granulosis ; ultimo anfractu basi lævigato, convexiusculo (DESHAYES).

*Description.* — La diagnose de Sowerby est certainement la meilleure, le principe de l'ornementation est fondé en effet sur cinq ornements spiraux très inégaux et disposés d'une façon variée, c'est le plus souvent le cordon spiral bordant la suture supérieure qui est le plus développé, mais souvent le troisième l'est également, la cordelette inférieure très affaiblie est souvent confondue avec la suture inférieure. On voit que Deshayes n'avait en mains que des échantillons très incomplets car il dit que la base du dernier tour est lisse, elle est au contraire ornée de cinq cordons spiraux subégaux et subdistants. L'ouverture est presque carrée, un bord lamelleux vient s'appliquer sur le dernier tour se reliant à la columelle, cette columelle est droite, axillaire, pourvue à la base d'un pli important qui limite un canal très oblique, court, assez large, fortement échancré. Le labre est épaissi, il est soudé au dernier tour par un canal qui remonte à l'intérieur de l'ouverture, il est nettement sinueux et le point le plus profond correspond sensiblement au milieu du tour spiral, il se termine à la base par un prolongement bien arrondi qui revient presque parallèlement aux sutures.

Aucune des trois figures de Sowerby n'est inutile, celle de gauche montre que les tours sont parfois arrondis, celle de droite montre la présence d'un varice important, trace d'un ancien péristome dépassé par une croissance postérieure ; la figure centrale est faite pour nous donner les détails de l'ouverture. Les 3 figures de la planche suivante ne présentent à nos yeux que des variétés ; dans la figure centrale la spire est plus allongée et les sutures plus obliques, mais l'ornementation et l'ouverture sont les mêmes, la figure de droite donne d'ailleurs un passage entre les deux formes de spire.

Je n'ai pas osé ajouter la figure 3 (pl. 340) qui représente un *Potamides duplex* Sow. parce que je n'ai rien recueilli conduisant à une variété aussi lointaine, mais l'examen des types peut conduire, quelque jour, à la réunion de cette espèce avec les deux précédentes et alors le nom de *P. duplex* serait le premier donné ;



l'auteur y signale seulement deux cordons d'ornementation, mais peut-être les autres sont simplement réduits ou atrophiés comme il arrive souvent dans ce genre.

La position de ce Cérithé dans le sous-genre *Tympanotonus* n'est pas douteuse, nous en avons donné les motifs, en 1911, dans notre travail sur les coquilles du Quaternaire marin du Sénégal (p. 36); le type est le *Tympanotonus fuscus* KLEIN devenu le *Murex fuscatus* LINNÉ, le *Murex fluviatilis* GMELIN, *Cerithium radula* BRUG.; c'est une espèce très polymorphe qui habite actuellement l'embouchure des grands fleuves de l'Afrique occidentale.

*Rapports et différences.* — Parmi les espèces qui ont été confondues avec le *C. labyrinthum*, il faut mentionner le *C. conjunctum* qui a presque la même ouverture, mais dont l'angle spiral est plus grand, il n'y a d'ailleurs dans le *C. conjunctum* que deux rangs de granules au-dessous du bandeau sutural, tandis qu'on en compte trois dans le *C. labyrinthum*.

De nombreuses erreurs se sont propagées dans l'indication de la figuration du *C. conjunctum* : dans les Coquilles fossiles du Bassin de Paris, Deshayes indique : pl. XLIII, fig. 1-3, il faut lire pl. 73 ; dans les Animaux sans Vertèbres, Deshayes renvoie pl. 80, fig. 19-21 mais c'est une erreur, ces figures se rapportent au *C. elegans*, les figures du *C. conjunctum* sont celles 9 à 12 (non 13) et 16. Il y a en outre sur cette planche 80 un *C. dubium* sans texte (fig. 15) qui d'après l'examen du type à l'École des Mines doit être considéré comme une variété du *C. elegans*, car il a 3 rangs de granules en outre du bandeau sutural ; par contre je crois qu'il y a lieu de considérer le *C. insolitum* (pl. 80, fig. 13) non comme une variété du *C. elegans*, mais comme une variété du *C. conjunctum*, on y observe (*ex typo*) deux cordons arrondis ornés, comme le cordon sutural, de nombreuses petites costules obliques. Je ne serai pas surpris si on arrive quelque jour à réunir le *C. conjunctum* au *C. Diaboli* et même au *C. trochleare*. Le *C. Diaboli* dans ses premiers tours n'a que deux carènes et, en grandissant, il s'intercale une troisième bande qui s'accroît jusqu'à égaler les deux autres.

Parmi les figures données par Hébert et Renevier pour le *C. trochleare*, je ferai passer dans le *C. conjunctum* les figures 7 f et 7 h (pl. 1), *non ceteras*. Pour le bassin de Mayence, in Sandberger, je considère aussi comme *C. conjunctum*, pl. VII, les figures 1, 1 a, 1 b ; enfin dans Oppenheim (Priabonaschichten) la figure pl. 21, fig. 19 n'est ni *C. diaboli*, ni *C. trochleare*, mais il nous semble que c'est quelque variété de *C. elegans* qui a été figurée.

*Historique.* — Le Cérithé du groupe du *Tympanotonus* que nous étudions a été décrit et figuré en premier lieu par Sowerby qui crut y reconnaître une espèce, établie par Brocchi, sous le nom de *Murex margaritaceus* ; pour une seconde espèce, que nous considérons comme identique, Sowerby adopte le nom de *Cerithium* ou *Potamides cinctus* LAMARCK, espèce qui remonte à Bruguière et qui est absolument différente comme ornée de trois cordons perliformes subégaux.

Quelques années après, Nyst, décrivant les fossiles de quelques gisements du Limbourg belge, nouvellement découverts, désigna la même forme sous trois noms différents, dont deux déjà employés, et figura sous un nom nouveau l'espèce centrale du groupe avec le nom de *C. labyrinthum* (BRONN corrige et écrit *C. labyrinthicum*, ce qui est en effet grammaticalement correct, mais les lois sévères de la nomenclature ne permettent pas un pareil redressement), cependant un examen plus attentif subséquent lui fait réunir les trois variétés et il les groupe sous le nom adopté par Sowerby de *C. margaritaceum*, abandonnant sa propre création.

Quel est donc ce *C. margaritaceum* BROCCHI ? C'est une assez grande et forte espèce, bien figurée, donnée comme venant des collines de Sienne et conséquemment pliocène et qui est restée longtemps critique, car ce n'est qu'en 1915 que M. Stefanini en a donné une figure exacte, phototypique. M. Sacco qui a fait du groupe du *Potamides margaritaceus* une étude spéciale a pensé que le type de Brocchi était du Tongrien de Ligurie, mais sans en avoir fourni la preuve, et les échantillons qu'il avait de ce Tongrien lui ont paru différer assez du type de Brocchi pour qu'il ait cru nécessaire d'en faire une espèce nouvelle sous le nom de *P. promargaritaceus* SACCO. Il est bon d'ajouter que le type de Brocchi est caractérisé par quatre rangs de granulations subégales dont les grains sont très serrés et que la lignée suturale est à peine prédominante (Conchy. Sub., pl. ix, fig. 24) ; nous sommes loin de l'espèce de Sowerby et de Nyst, mais il faut reconnaître que dans le bassin italien, comme dans celui de Mayence, il y a des formes lourdes dans lesquelles la couronne suturale se développe peu à peu et qui conduisent certainement aux formes miocéniques méridionales bien couronnées.

Les paléontologues du milieu du XIX<sup>e</sup> siècle n'eurent pas de peine à séparer le *P. margaritaceus* de Sowerby de celui de Brocchi. La correction fut faite simultanément et, coïncidence curieuse, sous le même nom, par A. d'Orbigny et par Braun, l'espèce devient *Cerithium submargaritaceum* fondée sur les mêmes

éléments. Il est difficile de dire le premier auteur de la correction, elle figure dans une liste des fossiles du bassin de Mayence donnée par A. Braun comme complément à un Manuel de Géognosie par Walchner publié en 1850 ou 1851, mais si elle n'a été publiée par d'Orbigny, dans son prodrome, qu'en 1852, il ne faut pas oublier que ce travail est en réalité de 1847, car son impression avait été retardée par la révolution de 1848.

Quoi qu'il en soit, la correction de *Cerith. submargaritaceum* A. BRAUN aurait dû survivre si le nom de *C. labyrinthum* NYST n'était pas plus ancien (*non C. involutum* LK.).

Dans l'entretemps, Deshayes avait décrit, en 1834, sous le nom de *C. elegans*, un échantillon imparfait, recueilli à la Ménagerie de Versailles par Duchâtel, sans s'apercevoir que ce nom de *C. elegans* avait été employé, dès 1826, par Blainville pour une espèce vivante de la Méditerranée dont il avait discuté la validité dans la seconde édition des Animaux sans Vertèbres; ce même nom fut maintenu par lui, en 1864, et le double emploi fut signalé et corrigé par Tournouër, en 1872, qui employa en remplacement le nom de *C. Weinkauffi*, sans savoir qu'en 1870, Fuchs pour une autre espèce du Vincentin, avait créé un *C. Weinkauffi* très différent. Une correction nouvelle était nécessaire, elle fut faite par Oppenheim, en 1896, par l'établissement du *C. Vivarii* et j'ai introduit ce nom, comme correction du *C. elegans*, dans la note de l'Excursion d'Etampes de 1900 pour les environs de Paris, sans avoir groupé alors toute la synonymie nécessaire et en laissant passer diverses erreurs de dates. Actuellement, par la réunion du *C. elegans* au *C. submargaritaceum*, toutes ces modifications de noms compliqués et savants se trouvent annulées et nous revenons à un vieux nom, bien oublié, mais excellent.

L'établissement des références révèle encore diverses corrections nécessaires. Ainsi Bronn s'est complètement mépris en réunissant le *C. margaritaceum* Sow. et le *C. labyrinthum* NYST au *C. involutum* LAMARCK des Sables de Cuise; d'Orbigny a considéré à tort les espèces de Sowerby, dont il changeait les noms, comme appartenant à l'Eocène supérieur, aux Sables marins de son Parisien B au lieu des Sables supérieurs.

D'autre part, M. Cossmann citant des espèces de *Tympanotonus* mentionne : *C. elegans*, *C. submargaritaceum*, *C. Vivarii* comme si c'était autant d'espèces différentes, nous avons vu que leur réunion s'imposait. MM. Mathieu Mieg, Bleicher et Fliche ont tenté de restaurer le très ancien nom du *C. incrustatum* SCHLOTHEIM, mais c'est simplement un synonyme de *C. cinctum* BRUG., d'après Bronn. Quant à la synonymie donnée par Oppen-

heim, en 1895, du *C. margaritaceum*, il n'en faut tenir aucun compte, elle est aussi incomplète qu'inexacte. M. Sacco n'ayant pas remarqué que le *C. submargaritaceum* D'ORB. était fondé sur les mêmes types que le *C. submargaritaceum* BRAUN a cru devoir créer un *C. eomargaritaceum* pour l'espèce de d'Orbigny, nom qui se trouve ainsi tomber, les types étant les mêmes.

*Position stratigraphique.* — Je suis grandement facilité dans l'examen de la position stratigraphique de *C. labyrinthum* par le fait que j'ai visité la plus grande partie des gisements dont je vais parler et que les figures que je donne proviennent de coquilles récoltées par moi sur place.

Le type dans l'Île de Wight se trouve avec *C. plicatum*, *Nystia Duchasteli*, *Cyrena semistriata*, etc., dans des marnes de la colline de Hearnstead au N. d'Yarmouth dans l'Île de Wight ; les échantillons sont abondants et ils présentent des variations sensibles ; je n'ai réuni que deux espèces de Sowerby qui m'ont paru incontestables, mais il en est une troisième laissée douteuse et plusieurs espèces de Morris qui réclameraient une étude attentive des types et qui ne me paraissent pas dépasser le stade de la variété, ce sont le *C. Sedgwicki*, *C. inornatum*, *C. Austeni*, figurés par Forbes et qui appartiennent au même gisement ; toutes ces espèces ont été maintenues par M. R.-B. Newton dans sa liste systématique des fossiles de l'Eocène et de l'Oligocène d'Angleterre, de plus il a considéré *C. elegans* comme distinct du *submargaritaceum*, faisant erreur sur son horizon dans le bassin de Paris.

Dans le bassin de Mayence, les auteurs ont continué à mentionner le *C. elegans* comme différent du *C. submargaritaceum*, le considérant comme cantonné dans un niveau différent, mais les figures montrant ces différences ne sont pas probantes, et les récoltes que nous avons faites conduisent à un rapprochement général.

Dans le bassin de Paris, les types du *C. elegans* DESHAYES sont conservés à l'École des Mines, ils ont une ornementation assez lointaine des échantillons les plus communs du bassin de Paris. A la localité de Versailles, il faut ajouter Pontchartrain, Neuilly près Chars, Frépillon, l'horizon est celui des marnes à *Ostrea cyathula*, etc. M. Hébert a trouvé aussi l'espèce au mont Pagnotte, à la butte de Fleurines dans la forêt de Hallatte au niveau des marnes à Cyrènes. Les figures du second ouvrage de Deshayes sont fort disparates, le cordon sutural supérieur est partout fortement gra-

nuleux, les échantillons proviennent de Jeurs, d'Étrechy, et leur horizon est celui des Sables de Fontainebleau ; nous figurons une bonne série provenant d'un sondage à Guillerval, au N. d'Étampes, où les fossiles ont été rencontrés en abondance dans un excellent état de conservation et avec des variations intéressantes ; les granulations passent à des costules et c'est parfois le cordon inférieur qui est le plus développé, l'angle apical est inconstant et la suture tantôt canaliculée, tantôt à peine discernable<sup>1</sup>.

En Belgique, le *C. labyrinthum* est très répandu dans le Tongrien du Limbourg belge, il remonte jusque dans le Rupélien et on trouvera dans les travaux de M. Van den Broeck d'amples détails sur les localités où il a été découvert ; il passe dans le Limbourg hollandais où il a été indiqué par Bosquet, Ubaghs Van den Binkhorst, Ehrens et jusqu'en Allemagne aux environs d'Aix-la-Chapelle (Hertzogenrath).

Je ne puis affirmer que l'espèce existe dans les marnes à Corbules du Cotentin avec *C. plicatum* ; les débris que j'ai recueillis et mentionnés autrefois sous le nom de *C. subcinctum* ne me paraissent plus assez probants. Dans le Tongrien des environs de Rennes, M. Tournouër a figuré autrefois (*B. S. G. F.*, 7 avril 1879 ; pl. x, fig. 5') sous le nom de *Cerithium Lebescontini* sp. une variété, considérée comme défectueuse, qui ressemble extrêmement au *C. labyrinthum*. Dans le Sud-Ouest je n'ai trouvé, dans Grateloup, aucune figure caractéristique et dans la revision des Cérithes de Gaas, M. Vignal n'a pas signalé le *C. elegans* ; cependant j'ai trouvé dans la marnière de Lourquem, entre Mugron et Montfort-en-Chalosse, des échantillons incontestables que je figure (Pl. VI, fig. 10) ; c'est le niveau à *Natica crassatina*, toujours le même horizon : Stampien-Rupélien de Paris et de Belgique ; au point de vue géographique, c'est une localité très importante pour relier des gisements éloignés et un jalon pour d'autres découvertes.

Dans le Midi de la France, j'ai signalé récemment le *C. labyrinthum*, avec ses nombreux synonymes, dans le Tongrien et le Rupélien des environs de Marseille, d'Aix, d'Apt, donnant la main aux gisements de Castellane et de la région alpine.

Les échantillons de Castéou d'Infer, commune de Mons, communiqués par M. Guebard, sont d'un intérêt spécial en raison de leur état de conservation ; ce gisement est depuis longtemps connu, mais très difficilement accessible. Renevier m'en avait depuis longtemps parlé comme étant le seul, à sa connaissance, dans la région alpine où les fossiles se trouvent dans un état de

1. *Bull. Serv. C. G. F.*, XXIII, p. 18 ; 1914.

conservation analogue à ceux du Bassin de Paris; le test existe, la couleur est blanche ou jaunâtre, très contrastante avec l'aspect noir et écrasé des gisements ordinaires de la couche à *C. Diaboli*, tant dans les Alpes que dans le Vicentin, malheureusement les récoltes n'ont fourni jusqu'ici aucun spécimen complet; les variations sont par ailleurs nombreuses et les mêmes que dans les autres gisements, et il n'y a, jusqu'ici, malgré les efforts de J. Boussac, aucun renseignement stratigraphique à tirer de ces variations qui ne peuvent être qualifiées de mutations; la variété *Alpina* TOURNOËR, fondée sur le développement des cordons marginaux qui donnent au tour un profil subconcave, se retrouve précisément dans certains échantillons de Guillerval, que je figure, et qui sont certainement du Rupélien supérieur loin du Priabonien de J. Boussac.

Je crois que l'espèce existe, dans le Jura bernois, d'après des échantillons qui m'avaient été soumis autrefois par Mathieu Mieg et que je lui ai retournés; dans tous les cas, elle se trouve sûrement en Alsace dans plusieurs gisements du Haut Rhin. M. Förster en a figuré un échantillon senestre, soit qu'il ait été réellement trouvé ainsi, soit qu'il s'agisse d'un dessin renversé dans sa reproduction. Ces gisements se relient à ceux du Bassin de Mayence et terminent l'extension dans l'Europe occidentale. Dès 1868, M. Posepny a indiqué à Pielach, près Melk, à 75 km. à l'Ouest de Vienne, près le Danube, et M. Th. Fuchs a décrit dans des lignites, une faunule saumâtre qui est identique, dans tous ses détails, à celle de Vieux Jone, observation fort intéressante qui paraît avoir été négligée depuis. En Hongrie, l'Oligocène moyen à *C. margaritaceum* a été indiqué dans les couches de Hoja avec *N. crassatina*, *C. trochleare*, *Cyrena semistricata*. Enfin nous avons lieu de croire que les couches à *C. labyrinthum* gagnent l'Europe centrale et orientale par suite des indications de MM. Koch, Oppenheim et Popescu-Voitesti. Le gisement en Roumanie, à Titesti, paraît certain et, en raison des compagnons signalés, nous paraît parfaitement Priabonien et Oligocène inférieur; depuis longtemps la faune nummulitique de Biarritz a été signalée dans la Russie méridionale.

Pour terminer je donne une image de quelques échantillons du Priabonien italien de Grancona, dans les Colli Berici, d'après une récolte anciennement communiquée par M. Oppenheim.

*Filiation.* — Je crois devoir être très prudent dans les relations de filiation du *C. labyrinthum*, car il nous reste beaucoup à connaître à son sujet. Cependant il est utile de mentionner dans

l'Eocène des Corbières orientales un *Potamides Depereti* DONDICIEUX (p. 373, pl. v, fig. 1 a-g) dont l'ornementation est tout à fait comparable. Nous avons vu l'espèce développée dans le Tongrien et dans le Rupélien; elle y prend dans le bassin de Mayence et le Midi des proportions de plus en plus grandes et une ornementation de plus en plus développée; elle passe sous le nom *C. margaritaceum* « *lato sensu* » dans le Miocène inférieur avec des variétés géantes et ornées jusqu'à devenir épineuses comme *C. Serresi* D'ORB. et elle vient mourir un peu plus haut dans l'Helvétien; aucune forme tortonienne n'est connue, ce qui conduit bien à considérer que l'horizon de « Sienne » pour *C. margaritaceum* de BROCCHI est sûrement erroné.

*Faune contemporaine du C. labyrinthum.* — L'étude d'une espèce n'est pas complète tant qu'on n'a pas examiné ses compagnes. Le *Cerith. labyrinthum* fait partie d'un groupe d'espèces qui se suit à grande distance en une association constante, continue, intime, on trouve avec lui : *C. plicatum-Galeotti* et tout le groupe polymorphe du *C. conjunctum-trochleare-Diaboli*, puis c'est le *Diastoma Grateloupi*, etc., et avant de déterminer aucune espèce tongrienne, on aura soin de voir si elle n'est pas parmi les 105 espèces décrites par Nyst, de Houssel, et des localités voisines. C'est là qu'on trouvera au même niveau : *Nystia Duchasteli*, *Nematura pupa*, *Buccinum Gossardi*, *Forbesia Nysti*, *Hydrobia Draparnaudi*, *Typhis cuniculosus*, *Rissoia Michaudi*, *Cyrena convexa*, *Lucina striatula*, *Astarte Henckelusi*, *Corbula donaciiformis*, *Murex Deshayesi* et autres espèces sur lesquelles on trouverait matière à enquêter.

La faune est marine, mais elle est franchement littorale, et probablement des marécages saumâtres communiquaient avec la plage; l'habitat saumâtre convient à des Mollusques auxquels la salure est indifférente et qui, d'après les études des zoologistes, supportent aussi bien des lagunes sursalées par l'évaporation, que d'autres plus ou moins dessalées par les pluies et les sources littorales; on ne doit donc pas considérer l'habitat comme possédant toujours un caractère générique, il est parfois seulement spécifique et parmi les Natices, les Psammobies, on a des exemples de cette variabilité d'habitat. Les Nummulites, les Polypiers, n'accompagnent pas nos Cérithes, ils caractérisent un autre faciès, et ces animaux ne se mêlaient point.

## EXPLICATION DES PLANCHES

## PLANCHE V.

FIG. 1 a à 1 n	<b>Cerithium labyrinthum</b> NYST.	types de Vieux-Jonc (Belgique), ma coll.
2 a à 2 g	—	— types de Heampstead (Ile de Wight), ma coll.
3 a à 3 n	—	— types des environs d'Etampes, de Guillerville (Sables de Fon- taine bleau), ma coll.
4 a à 4 m	—	— types de Castéou d'Infer (M. A. Guéhard).

## PLANCHE VI.

FIG. 5 a à 5 g	<b>Cerithium labyrinthum</b> NYST.	types de Castellane-Sionne (M. A. Guébard).
6 a à 6 f	—	— types de Castellane-Brayals (M. A. Guébard).
7 a et 7 b	—	— Echantillons d'Entreverne (Sa- voie), ma coll.
8 a, 8 b, 8 c	—	— Echantillons des Diablerets (Suisse), (Renevier).
9 a, 9 b, 9 c	—	— Echantillons de Grancona, coll. Berici (M. Oppenheim).
10 a à 10 e	—	— Echantillons de Lourquem (ho- rizon de Gaas), ma coll.
11 a à 11 f	—	— Echantillons du Bassin de Mayence, ma coll.
12 a à 12 e	<b>Cerithium Guehardi</b> n. sp.	
13 a à 13 n	<b>Potamides Baumbergeri</b> n. sp.	

Tous les échantillons sont figurés grandeur naturelle.



## LES BRYOZOAIRES FOSSILES DE LA RÉGION DES CORBIÈRES

PAR **F. Canu**<sup>1</sup>.

PLANCHES VII A XII.

La faune des Bryozoaires pyrénéens a jadis été étudiée par d'Archiac. J'ai, depuis quelques années, entrepris de la compléter en me servant des matériaux du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, de l'Ecole des Mines et de Détroyat.

Les Bryozoaires étudiés dans la présente note ont été recueillis par M. Bories, à Fabrezan (Aube), pendant les longues années qu'il a consacrées à l'étude géologique des Corbières. Il me les a remis lors de la réunion de la Société en 1913. C'était une bonne fortune car jamais je n'aurais pu faire une récolte aussi abondante en quelques jours d'excursion. Les spécimens sont en effet très rares ; il faut les rechercher avec beaucoup de patience sur les coquillages ou dans les lavages.

La faunule de cette portion orientale de la région pyrénéenne (Aude et Ariège) comprend 31 espèces se répartissant ainsi :

Espèces nouvelles.....	19	Espèces cosmopolites.....	8
Espèce décrite.....	1	Esp. particulières à Biarritz.	3

La proportion de 20 espèces spéciales sur 31 est remarquable et significative.

Du Sparnacien, nous avons étudié quelques spécimens de 4 espèces ; celles-ci sont les rares commensales des eaux saumâtres. Ce bassin tertiaire est donc un golfe peu profond.

La faune lutécienne est la plus importante. En la comparant à celle de Biarritz nous constatons non seulement qu'elle s'y rattache mais encore que le nombre des espèces communes diminue progressivement vers la région orientale. Il en est de même de la profondeur d'eau ; à Saint-Jean-de-Verges cette dernière était encore de 60 à 80 m. ; mais dans l'Aude elle était certainement de beaucoup inférieure.

En comparant avec la faunule lutécienne du versant catalan nous constatons qu'il n'y a qu'une seule espèce commune : le

1. Note présentée à la séance du 6 mai 1918.

*Poricella sutneri* KOSCHINSKY 1885, mais représentée en France par la variété parisienne. La faune catalane, étudiée en 8 localités différentes, est au contraire en rapport intime avec la faune de Biarritz et en rapport plus éloigné avec celle du Vicentin.

Ces considérations nous conduisent à admettre que la région des Corbières formait encore au Lutécien le fond d'un golfe assez profond en certains endroits (Fontcouverte) et ouvert dans l'Ouest (Biarritz). Il contenait une faune spéciale différente de celle de la haute mer contemporaine ; seules les espèces très cosmopolites sont communes. Le golfe parisien, parfaitement limité et connu, présente d'ailleurs les mêmes particularités.

## BIBLIOGRAPHIE

1846. D'ARCHIAC. Description des fossiles recueillis par M. Thorent dans les couches nummulitiques des environs de Bayonne : *M. S. géol. Fr.*, (2), II, p. 180.
1847. D'ARCHIAC. Description des fossiles du groupe nummulitique recueillis par MM. Pratt et Delbos aux environs de Bayonne et Dax : *M. S. géol. Fr.*, (2), III, p. 413.
1908. F. CANU. Les Bryozoaires fossiles des Terrains du Sud-Ouest de la France. Lutécien : *B. S. G. F.* (4), VIII, p. 382.
1905. A. NEVIANI. Di Alcuni Briozoiari eocenici di Villatorta (Espagne) : *Boll. Soc. Geol. Italiana*, XXIV, p. 158.
- 1910-1912. F. CANU. Les Bryozoaires fossiles des Terrains du Sud-Ouest de la France. Lutécien, Bartonien, Auversien : *B. S. G. F.*, (4), X, p. 840 ; XI, p. 444 ; XII, p. 623.
1913. F. CANU. Bryozoaires fossiles des terrains éocéniques du Pla de la Gàrgara, près Aiguafreda (Lutécien) : *Butll. Instit. Catalana H. N.*, (2), X, p. 102.
1917. M. FAURAI SANS et F. CANU. Sur les Bryozoaires des terrains tertiaires de la Catalogne : *Treballs institucio catalana H. N.*, II, p. 59.

*ELECTRA BREVIFRONS n. sp.*

PL. VII, FIG. 3, 4.

*Diagnose.* — Le zoarium encroûte les coquillages souvent sur une grande surface. Les zoécies sont distinctes, séparées par un sillon profond, allongées, irrégulièrement elliptiques ; le cadre, mince, convexe, porte deux grosses épines distales et dans la portion proximale une grosse épine mucronée et recourbée ; le gymnocyste est très court, irrégulier, quelquefois gibbeux. L'opésie a la même forme que la zoécie.

$$\text{Opésie} \left\{ \begin{array}{l} \text{ho} = 0,28 \\ \text{lo} = 0,20 \end{array} \right.$$

$$\text{Zoécie} \left\{ \begin{array}{l} \text{Lz} = 0,32-0,40 \\ \text{lz} = 0,20-0,30 \end{array} \right.$$

*Affinités.* — Cette espèce est facile à déterminer par la grande réduction de son gymnocyste et la persistance des épines qui sont généralement trop fragiles pour résister à la fossilisation.

Les zoécies à gymnocyste gibbeux ressemblent à celles de *Membranipora Hookeri* REUSS, 1870 ; il en diffère par la présence des épines et par ses zoécies plus régulièrement elliptiques.

Il diffère de *Electra concatenata* REUSS, 1866, par l'absence de grand gymnocyste et la présence de la spinule proximale.

*Localités.* — Sparnacien de : Albas ; Coustouge (vallée du Nord, Plateau de Poursan) ; Ribauté (Ciceron) ; Nord de Fabrezan ; Fontcouverte (au Sud, Les Vals) ; Hildevert.

*ELECTRA CONCATENATA* REUSS, 1866.

PL. VII, FIG. 1, 2.

1864. *Membranipora concatenata* REUSS. Zur Fauna des deutschen Oberoligocènes : *Sitz. k. Ak. Wissenschaften.*, I, p. 630 (sep. 17), pl. 11, fig. 11 (de Reuss).
1866. *Membranipora concatenata* REUSS. Die Foraminiferen, Anthozoen und Bryozoen des deutschen Septarienthones : *Denkschriften k. Ak. Wissenschaften*, XXV, p. 170 (sep. 54), pl. 7, fig. 16.
1906. *Membranipora concatenata* F. CANU. Les Bryozoaires fossiles des Terrains du Sud-Ouest de la France : *B. S. G. F.*, (4), VI, p. 511 (pl. XII, fig. 3).
1909. *Membranipora elliptica* CANU. Les Bryozoaires fossiles des Terrains du Sud-Ouest de la France : *B. S. G. F.*, (4), IX, p. 444, pl. xv, fig. 4 (non synonymie et distribution géologique).
1914. *Electra concatenata* CANU. Bryozoaires du Stampien : *B. S. G. F.*, (4), XIV, p. 148, pl. IV, fig. 2.

$$\text{Zoécie} \left\{ \begin{array}{l} \text{ho} = 0,44-0,50 \\ \text{lo} = 0,30 \end{array} \right. \qquad \text{Opésie} \left\{ \begin{array}{l} \text{ho} = 0,30 \\ \text{lo} = 0,20 \end{array} \right.$$

*Variations.* — La figure de Reuss, 1866, étant la meilleure, j'adopte cette date.

Les zoécies sont souvent pyriformes (Pl. VII, fig. 1). Les zoécies régulièrement elliptiques (Pl. VII, fig. 2) sont relativement rares. Le gymnocyste est très irrégulier dans ses contours et dans sa grandeur, mais il existe toujours.

Les spécimens recueillis dans l'Aude sont très beaux.

*Affinités.* — C'est l'aspect de *Electra monostachys* BUSK, 1852 ; il en diffère par l'absence de spinule proximale, par un plus petit gymnocyste et par les dimensions zoéciales dont le rapport n'est pas de 1 à 2.

*Localités.* — Sparnacien inférieur de Albas.

*Distribution géologique.* — Aquitanien de la Saubotte près

Villandraut (Gironde). Burdigalien de Léognan (Gironde). Stampien d'Allemagne (Reuss) et de Paris (Canu). Chattien d'Allemagne (Reuss).

*CONOPEUM ORBICULARIUM* n. sp.

PL. VII, FIG. 5, 6.

*Diagnose.* — Le *zoarium* encroûte les Cérithes. Les *zoécies* sont distinctes, séparées par un sillon profond, peu allongées, larges ; le cadre est très étroit, convexe, un peu plus large en bas qu'en haut, et couvert de stries fines et transversales. L'opésie est très grand, un peu elliptique ou presque *orbiculaire*.

$$\text{Opésie} \left\{ \begin{array}{l} h_o = 0,34 \\ l_o = 0,28-0,30 \end{array} \right. \quad \text{Zoécie} \left\{ \begin{array}{l} L_z = 0,40-0,44 \\ l_z = 0,38-0,40 \end{array} \right.$$

*Affinités.* — Comme dans tous les *Conopeum* nous observons sur cette espèce des *zoécies* à frontale calcifiée (Pl. VII, fig. 5) dont la fonction est absolument inconnue ; elles sont convexes, plus ou moins perforées d'une fente longitudinale et la trace de la valve operculaire y est très visible.

La même figure 5 contient des *zoécies* à double cadre ; ce sont des *zoécies* régénérées. Quand le polypide d'une *zoécie* meurt il est immédiatement remplacé par un autre provenant par bourgeonnement du tissu mesenchymateux ; cette régénération est souvent accompagnée de la construction d'une plus petite *zoécie* enclavée dans la première.

Cette espèce est absolument voisine du *Conopeum subtilmargo* REUSS, 1847. Il n'en diffère que par les contours plus arrondis des *zoécies* et par le cadre un peu plus large en bas qu'en haut. Ce dernier caractère n'est jamais figuré par Reuss ; mais il est si faible qu'il a pu échapper aux dessinateurs. Je ne possède malheureusement pas de cotypes de cette espèce.

*Localités.* — Sparnacien de : Albas ; Coustouge (vallée au Nord et plateau de Poursan) ; Caunettes en Val ; Nord de Fabrezan ; Hildevert ; Fontcouverte (Les Vals).

*MEMBRANIPORINA PARVICELLA* n. sp.

PL. VII, FIG. 8.

*Diagnose.* — Le *zoarium* encroûte les coquillages. Les *zoécies* sont *petites*, ovales, séparées par un profond sillon, le cadre est très mince en haut et très élargi à la base. L'opésie est antérieure.

et ovale. Entre les cadres il y a quelques *aviculaires* elliptiques sans pivot.

$$\text{Opésie } \left\{ \begin{array}{l} \text{ho} = 0,14 \\ \text{lo} = 0,10 \end{array} \right. \quad \text{Zoécie } \left\{ \begin{array}{l} \text{Lz} = 0,28 \\ \text{lz} = 0,16 \end{array} \right.$$

*Affinités.* — *Membraniporina* n'est pas un genre. Nous y classons les espèces incomplètement décrites. Notre spécimen ne portant pas d'ovicelle, il nous est impossible de le classer génériquement. De plus, il ne porte guère que des zoécies ancestrales toujours plus petites que les zoécies normales.

Il ressemble un peu au *Callopora Dumerilii* AUDOUIN, 1826, dont il ne diffère que par l'irrégularité des aviculaires et par ses plus petites dimensions micrométriques.

*Localité.* — Lutécien de Fabrezan (Aude).

*ELLISINA (?) OGIVALIS n. sp.*

PL. VII, FIG. 7.

*Diagnose.* — Le *zoarium* est bilamellaire. Les zoécies sont grandes, *ogivales*, très rétrécies dans leur portion proximale ; le cadre est un peu convexe, granulé, épais. L'opésie est ovale, la pointe en bas. En haut de chaque zoécie, il y a un grand *aviculaire* triangulaire, oblique ou transverse.

$$\text{Opésie } \left\{ \begin{array}{l} \text{ho} = 0,40 \\ \text{lo} = 0,32 \end{array} \right. \quad \text{Zoécie } \left\{ \begin{array}{l} \text{Lz} = 0,68 \\ \text{lz} = 0,40-0,48 \end{array} \right.$$

*Affinités.* — Notre spécimen ne portait pas d'ovicelle ; il reste donc un léger doute sur l'attribution générique de cette espèce. Cependant les grandes dimensions zoéciales et la position de l'aviculaire supérieure sont des caractères particuliers au genre dont *Ellisina laxata* HINCKS, 1882, est le type.

Cette espèce est très bien caractérisée par sa forme zoéciale.

*Localité.* — Lutécien de Fabrezan (Aude).

*ALDERINA LAXATA n. sp.*

PL. VIII, FIG. 4.

*Diagnose.* — Le *zoarium* encroûte les débris de coquilles, les radioles, le *Turritella sigolina* CAREZ. Les zoécies sont distinctes, séparées par un sillon, un peu allongées, elliptiques, *larges* ; le cadre est grand, oblique, un peu convexe, légèrement strié, mince en haut, très large en bas. L'opésie est antérieure, elliptique, régulière.

$$\text{Opésie } \left\{ \begin{array}{l} \text{ho} = 0,32 \\ \text{lo} = 0,16 \end{array} \right. \quad \text{Zoécie } \left\{ \begin{array}{l} \text{Lz} = 0,44 \\ \text{lz} = 0,28-0,32 \text{ (Max} = 0,40) \end{array} \right.$$

*Affinités.* — Nos spécimens n'étaient pas ovicellés ; mais l'aspect général des zoécies de ce genre *Alderina* NORMAN, 1903, est très caractéristique et bien particulier.

Cette espèce est absolument voisine de *Alderina imbellis* HINCKS, 1860 ; elle en diffère par sa plus grande largeur zoéciale généralement supérieure à 0,30.

*Localités.* — Lutécien moyen de Le Rabet, Fabrezan (métairie Borges), Coustouge (vallon de Scié):

*ALDERINA FILIMARGO n. sp.*

PL. VIII, FIG. 1-2.

*Diagnose.* — Le *zoarium* encroûte les fragments d'*Isis*. Les zoécies sont distinctes, séparées par un sillon profond, un peu allongées, elliptiques ou presque orbiculaires ; le cadre est très mince, *filiforme*, légèrement strié, un peu élargi à la base. L'opésie est grande et de même forme que la zoécie. L'ovicelle est hyperstomiale, globuleuse, allongée, décorée d'un arc frontal plus ou moins grand.

$$\text{Opésie } \left\{ \begin{array}{l} \text{ho} = 0,32 \\ \text{lo} = 0,30-0,32 \end{array} \right.$$

$$\text{Zoécie } \left\{ \begin{array}{l} \text{Lz} = 0,48 \\ \text{lz} = 0,36 \end{array} \right.$$

*Affinités.* — La largeur zoéciale est très variable et dépend du substratum ; elle est plus large sur les corps plats et plus étroite sur les corps ronds. L'extrême minceur du cadre caractérise parfaitement cette espèce.

*Localité.* — Lutécien moyen de Fabrezan (métairie Borges).

*LANULARIA PUNCTATA* LEYMERIE, 1845.

1845. *Lunulites punctatus* LEYMERIE. Mémoires sur les terrains nummulitiques des Corbières : *M. S. Géol. Fr.*, (2), I, p. 358, pl. 13, fig. 4.  
 1846. *Lunulites punctata* MICHELIN. Iconographie zoophythologique, p. 279, pl. 63, fig. 13.  
 1908. *Lunulites punctata* F. CANU. Bryozoaires du Sud-Ouest de la France. *B. S. G. F.*, (4), VIII, p. 388, pl. VII, fig. 13, 14, 15.

Ce petit fossile n'est pas rare ; malheureusement il est toujours mal conservé. La reconstitution que j'ai tentée en 1908 d'après le meilleur spécimen ne me satisfait pas encore.

*Localités.* — Lutécien de Fabrezan (Aude) et de Saint-Jean-de-Verges (Ariège).

*ONYCHOCELLA DIMORPHA* CANU, 1907 var. *MERIDIONALIS*,

PL. VIII, FIG. 5.

1907. *Onychocella dimorpha* F. CANU. Bryozoaires des Terrains tertiaires des environs de Paris : *Annales Pal.*, II, p. 23, pl. III, fig. 1-3.

Le cryptocyste est plus long que l'opésie ; le zoarium est encroûtant.

*Variations.* — Nos spécimens encroûtent des corps ronds ; aussi les zoécies sont-elles déformées et beaucoup moins larges. Sur certaines zoécies normales le cryptocyste apparaît un peu plus long que dans le type du Bassin de Paris, ce qui m'oblige à créer une variété, car ce caractère est insuffisant pour l'établissement d'une espèce nouvelle.

Le type parisien est bilamellaire, mais la larve se fixait sur des Algues où le zoarium s'étalait d'abord avant d'émettre ses expansions foliacées. Ici cette forme à deux lamelles adossées n'a pas encore été observée.

Enfin je n'ai observé qu'une seule zoécie membraniporoïde, alors que cette deuxième forme zoéciale est abondante sur les colonies parisiennes.

*Localité.* — Lutécien moyen de Fabrezan (métairie Borges).

*Distribution géologique.* — Yprésien supérieur (niveau d'Hérouval), Lutécien inférieur, Lutécien moyen, Auversien du Bassin de Paris (Canu).

*RHAGASOSTOMA LANCEOLATA* n. sp.

PL. VIII, FIG. 3.

*Diagnose.* — Le zoarium encroûte les coquillages. Les zoécies sont distinctes, adjacentes par leur cadre, irrégulièrement hexagonales ; le cadre est mince, saillant, à peine convexe, légèrement strié ; le cryptocyste est grand, plat, peu profond, très finement granulé. L'apertura est transverse ; la convexité polypidienne est terminée latéralement par deux grosses échancrures opésiulaires rondes. L'ovicelle est hyperstomiale, saillante, très convexe, transverse, granuleuse. L'*onychocellaire* est droit, allongé, *lancéolé* ; son opésie est ovale.

Opésie {  $ho = 0,12$   
 $lo = 0,24$  } Zoécie {  $Lz = 0,40$   
 $lz = 0,40$  } Onychocellaire {  $Lo = 0,44$   
 $lo = 0,24$  }

1. Mesures comprenant les opésiules.

*Variations.* — Les zoécies de cette espèce sont très irrégulières et nos mesures ne sont qu'approximatives. Il en est de même de l'onychocellaire dont la forme dépend de l'espace interzoécial dans lequel il se développe; mais la forme lancéolée est la plus commune.

Comme dans les espèces du Bassin de Paris, l'onychocellaire est d'une forme assez différente de celle de l'onychocellaire typique et se rapproche davantage de l'aviculaire. Au-dessous de l'opésie il y a fréquemment un autre orifice par lequel passaient les fibres adductrices de la mandibule.

*Affinités.* — Cette espèce se rapproche du *Rhagasostoma Dutempleana* D'ORBIGNY, 1851, du Bassin de Paris; elle en diffère par l'absence d'épines orales, par les cadres zoéciaux adjacents entre eux, par une très grande irrégularité zoéciale, par des mesures micrométriques très différentes et par une ovicele différente.

*Localités.* — Sparnacien inférieur de Caunettes-en-Val. Lutécien de Fabrezan et de la métairie Borges.

#### CALPENSIA PROFUNDA n. sp.

PL. VIII, FIG. 6.

*Diagnose.* — *Zoarium* uni ou multilamellaire, rampant sur les Algues. Les zoécies sont distinctes, adjacentes par leur cadre, très grandes, allongées, hexagonales; le cadre est mince, saillant, plat, strié; le cryptocyste est très grand, profond, plat. L'apertura est semilunaire terminale.

$$\text{Opésie } \left\{ \begin{array}{l} \text{ho} = 0,12 \\ \text{lo} = 0,18 \end{array} \right. \quad \text{Zoécie } \left\{ \begin{array}{l} \text{Iz} = 0,80-0,84 \\ \text{Iz} = 0,55-0,60 \end{array} \right.$$

*Affinités.* — Notre figure est trompeuse: la glaise durcie a comblé l'hypostège au-dessus du cryptocyste qui paraît ainsi superficiel et moins profond; il nous a été impossible de mieux nettoyer ces spécimens, et de voir les opésiules.

Cette espèce ressemble absolument au *Micropora impressa* MOLL, 1803; elle en diffère par ses dimensions beaucoup plus grandes, toujours supérieures à 0,70 et à 0,40, et par la grande profondeur de son cryptocyste.

*Localités.* — Lutécien inférieur au Sud de Montlaur; Lutécien moyen de Fabrezan (métairie Borges).

#### PUELLINA RADIATA MOLL, 1803.

1909. *Cribrilina radiata* CANU. Les Bryozoaires fossiles des Terrains du Sud-Ouest de la France: B. S. G. F., (4), IX, p. 449, pl. xv, fig. 12 (Bibliographie).



Cette charmante espèce très cosmopolite, et qui pullule encore dans les mers actuelles, n'est pas rare dans les Corbières sur les coquillages. Cependant sa présence dans le Lutécien indique des eaux franchement marines et moins saumâtres que lors des étages sparnacien et yprésien. Les spécimens ressemblent absolument à ceux de la Gironde et nous renvoyons le lecteur à la figure que nous avons donnée en 1909 ; c'est la forme *raricosta*.

Cette espèce qui existe en Espagne à partir du Burdigalien n'y a pas encore été signalée dans le Lutécien<sup>1</sup>.

*Localités.* — Lutécien de Montlaur et de Fontcouverte (Aude).

Je l'ai signalé à l'Ouest du Bassin dans le Burdigalien de Léognan. Il existe aussi dans le Burdigalien du Gard, de l'Hérault et de Touraine, et dans le Sahélien d'Oran.

*Habitat.* — Cosmopolite dans les deux hémisphères. Dans la Méditerranée elle descend jusqu'à 80 m. ; mais elle est très commune à 50 m. Dans le golfe de Gascogne elle a été pêchée à 180 mètres.

*CRIBRILINA BIARRITZENSIS* CANU, 1910.

PL. VIII, FIG. 7.

1910. *Cribrilina biarritzensis* CANU. Les Bryozoaires fossiles des Terrains tertiaires du Sud-Ouest de la France : *B. S. G. F.*, (4), X, p. 846, pl. xvi, fig. 5.

*Variations.* — Cette espèce n'appartient pas au genre *Cribrilina* GRAY, 1848, tel qu'il est maintenant circonscrit. Mais nous n'avons pas encore eu la chance de découvrir son ovicelle et il n'est pas possible de la mieux classer génériquement.

Les spécimens, bilamellaires aussi, sont mieux conservés qu'à Biarritz ; ils m'ont permis de donner une meilleure figure. L'aperture est semilunaire avec un bord proximal concave. Les oviculaires sont triangulaires et souvent munis d'un pivot. Chaque costule porte à son talon un grand pore de lumen ; le lumen<sup>2</sup> lui-même est souvent visible.

La glaise, qui s'est consolidée entre les costules ne m'a pas permis de compter les lacunæ<sup>3</sup>.

J'ai découvert un spécimen encroûtant une Térébratule ; c'était la base d'un zoarium qui émettait certainement des expansions

1. FAURA I SANS et CANU. Sur les Bryozoaires des terrains tertiaires de Catalogne : *Institucio Catalana. H. N.*, 1916, p. 79.

2. Les costules sont creuses. La ligne claire visible à l'intérieur s'appelle le lumen.

3. Petits pores entre les costules.

foliacées bilamellaires. Cette espèce vivait donc sur le fond et non sur des Algues.

*Localités.* — Lutécien de Fabrezan et de Fontcouverte. Je l'ai signalée précédemment dans l'Auver sien de Biarritz.

### Genre *Pleuroschizella* n. g. <sup>1</sup>.

*L'ovicelle est hyperstomiale et fermée par l'opercule. La frontale est formée de costules. L'apertura porte une rimule triangulaire proximale. L'apertura des zoécies ovicellées est plus grande et sans rimule. Des zoéciules irrégulières sont réparties entre les zoécies. Génotype : Pleuroschizella anaticula nov. Lutécien.*

Ce genre est très voisin, par la présence des zoéciules, de *Distscharella* d'ORBIGNY, 1852, du Crétacé ; il en diffère par la présence de la rimule de l'apertura qui implique la présence d'un sac de compensation.

Les zoéciules sont plus grandes et plus larges que celles du genre *Trypostega* LEVINSEN, 1909 ; mais leur apertura paraît être presque identique et devait être partiellement fermée par une opercule semielliptique. La présence des costules frontales différencie notre genre de celui de Levin sen.

Par la forme de l'apertura et par la présence des costules frontales il ressemble à *Barroisina* JULLIEN, 1887 ; il en diffère par la présence de zoéciules interzoéciales et non de vrais aviculaires.

L'ovicelle recouvre beaucoup l'apertura ; le passage des œufs y est assuré par l'opercule spéciale qui devait fermer à la fois la zoécie et l'ovicelle.

#### *PLEUROSCHIZELLA ANATICULA* n. sp.

Pl. IX, FIG. 6.

*Diagnose.* — Le zoarium encroûte les Brachiopodes. Les zoécies sont distinctes, séparées par un sillon profond, elliptiques, convexes ; les costules sont triangulaires, soudées sur la ligne médiane, au nombre d'une douzaine environ. L'apertura est formée d'un anter semicirculaire et d'une large rimule triangulaire peu profonde ; le péristome très mince porte 4-6 très petites épines ; la rimule est très souvent cachée sous un très petit mucron large et bifide. L'ovicelle est grand, globuleux, allongé, lisse, plus ou moins caréné ; l'apertura des zoécies ovicellées est semilunaire et plus large que les autres. Les zoéciules sont irrég-

1. Grec : *Pleuros*, côte ; *schizos*, fente.

gulières, très ventruës, lisses ; leur apertura est une fente allongée en *bec de canard*.

$$\text{Apertura } \left\{ \begin{array}{l} \text{la} = 0,08 \\ \text{ha} = 0,08 \end{array} \right. \quad \text{Zoécie } \left\{ \begin{array}{l} \text{Lz} = 0,40 \\ \text{lz} = 0,30 \end{array} \right.$$

*Variations.* — Le nombre des petits pores qui séparent les costules est environ de quatre ; le plus extérieur est le plus gros.

Certaines zoéciules sont très larges avec des dimensions voisines de celles des zoécies normales ; d'autres au contraire sont très réduites et presque tubuleuses ; elles sont très irrégulièrement disséminées.

*Localité.* — Lutécien de Fontcouverte (Aude).

### *TRYPOSTEGA CONVEXA* n. sp.

PL. IX, FIG. 2.

*Diagnose.* — Le *zoarium* encroûte les Brachiopodes. Les *zoécies* sont distinctes, séparées par un sillon, allongées, pyriformes, très *convexes*. L'apertura est petite, formée par un anter semilunaire et d'une large rimule triangulaire. L'ovicelle est allongée, très convexe, plus étroite que la zoécie, hyperstomiale et fermée par l'opercule. Les *zoéciules* sont petites, tubuleuses et la moitié de leur frontale est occupée par la fente aperturale ; elles sont régulièrement placées au-dessus de chaque apertura.

$$\text{Apertura } \left\{ \begin{array}{l} \text{ha} = 0,10 \\ \text{la} = 0,08 \end{array} \right. \quad \text{Zoécie } \left\{ \begin{array}{l} \text{Lz} = 0,40-0,44 \\ \text{lz} = 0,30 \end{array} \right.$$

*Affinités.* — Le *Trypostega aquitanica* CANU, 1906, ne paraît être qu'une *variété minor* du génotype *Trypostega venusta* HINCKS, 1880. Notre espèce est assez voisine et n'en diffère que par l'absence de la tubérosité frontale, par sa grande convexité zoéciale et par ses ovicelles plus étroites que les zoécies.

*Localité.* — Lutécien inférieur de Fontcouverte (Aude).

### *HIPPODIPLOSIA OVOIDEA* n. sp.

PL. IX, FIG. 3, 4.

*Diagnose.* — Le *zoarium* encroûte les pierres, les *Isis*. Les *zoécies* sont distinctes, séparées par un sillon, allongées, *ovoïdes* ; la frontale est peu convexe et perforée par de gros trémopores disposés en quinconce. L'apertura est elliptique, allongée ; deux petites cardelles latérales séparent l'anter du plus petit poster. L'ovicelle est allongée, convexe, hyperstomial, de même nature

que la frontale; il porte un arca médian déprimé. Un très petit *aviculaire*, placé près de l'apertura.

$$\text{Apertura } \left\{ \begin{array}{l} \text{ha} = 0,14 \\ \text{la} = 0,10 \end{array} \right. \quad \text{Zoécie } \left\{ \begin{array}{l} \text{Lz} = 0,48 \\ \text{lz} = 0,40 \end{array} \right.$$

*Variations.* — La forme des zoécies dépend du substratum; quand ce dernier est plat, les zoécies sont larges et régulières; quand il est rond les zoécies sont allongées et fusiformes; ce dernier cas est le plus fréquent.

Les déformations zoéciales ne m'ont pas permis d'apprécier le rôle de l'opercule; il ne paraît pas fermer l'ovicelle, qui, dès lors aurait un orifice spécial.

Le petit *aviculaire* oral est très inconstant dans ses dimensions; mais il existe fréquemment.

*Localité.* — Lutécien de Fabrezan (Aude).

*RHAMPHOSTOMELLA* (?) *MAGNIAPERTA* n. sp.

PL. IX, FIG. 1.

*Diagnose.* — Le *zoarium* encroûte les Térébratules. Les *zoécies* sont distinctes, allongées, séparées par un sillon; la frontale est convexe et très courte. L'apertura est *très grande*, orbiculaire; le péristome est très mince. L'ovicelle est grand, convexe, hyperstomial, décoré d'un petit area elliptique; son orifice est très grand et placé au niveau de l'*aviculaire*. L'*aviculaire* est très gros, placé excentriquement sur la frontale, très saillant au-dessus de l'apertura qu'il déforme inférieurement; la mandibule était transverse ou oblique et s'articulait sur un pivot.

$$\text{Apertura } \left\{ \begin{array}{l} \text{ha} = 0,16 \\ \text{la} = 0,16 \end{array} \right. \quad \text{Zoécie } \left\{ \begin{array}{l} \text{Lz} = 0,60^1 \\ \text{lz} = 0,24 \end{array} \right.$$

*Affinités.* — Je n'ai pas observé les costules aréolaires caractéristiques du genre. Mais le spécimen était malpropre et difficile à nettoyer. Il est préférable d'attendre de meilleurs spécimens pour juger de l'opportunité d'un genre nouveau. En *Aimulosia* l'*aviculaire* étant médian sans mandibule transverse, je ne puis, malgré les apparences, classer en ce genre.

Cette espèce ressemble beaucoup à *Umbonula calcariformis* GREGORY, 1892, de l'Yyprésien anglais; elle en diffère par son apertura orbiculaire, non transverse.

*Localité.* — Lutécien de Fontcouverte (Aude).

1. Ovicelle comprise dans la mesure.

*PHYLACTELLA MAGNIPOROSA n. sp.*

Pl. IX, FIG. 7.

*Diagnose.* — Le *zoarium* encroûte les *Isis*. Les *zoécies* sont peu distinctes, grandes, larges, elliptiques ou suborbiculaires, la frontale est presque plate et garnie d'énormes pores. L'apertura est suborbiculaire ou transverse; le péristome est mince, dissymétrique, sinueux. L'ovicelle est recumbente, petite, convexe, lisse.

$$\text{Apertura } \left\{ \begin{array}{l} \text{ha} = 0,16 \\ \text{la} = 0,20 \end{array} \right. \quad \text{Zoécie } \left\{ \begin{array}{l} \text{Lz} = 0,60-0,80 \\ \text{lz} = 0,48-0,50 \end{array} \right.$$

*Affinités.* — Cette jolie espèce est un type très divergent dans le genre, non par les caractères essentiels, mais par l'aspect extérieur de la frontale. Celle-ci est garnie d'énormes trémopores; souvent la fusion de deux petits péristomes leur donne l'aspect de faux aviculaires.

Il n'y a guère que le genre *Hianthopora* MAC GILLIVRAY qui présente des pores frontaux aussi gros; mais il est pourvu de génésies et non d'ovicelles hyperstomiales; il est classé dans une famille très différente.

*Localité.* — Lutécien de Fabrezan (métairie Borges) (Aude).

*PHYLACTELLA INSOLITA n. sp.*

Pl. X, FIG. 2, 3, 4 et Pl. IX, FIG. 5.

*Diagnose.* — Le *zoarium* encroûte les Térébratules. Les *zoécies* sont distinctes, séparées par un sillon, très allongées, subcylindriques; la frontale est peu convexe et couverte de trémopores. L'apertura est grande, orbiculaire ou elliptique; le péristome est mince, saillant, avec deux tubérosités irrégulières, latérales. Sur l'une d'entre elles s'appuie un *aviculaire* à pivot à bec dirigé vers le bas. L'ovicelle est petit, hyperstomial, convexe ou globuleux, à grand orifice.

$$\text{Apertura } \left\{ \begin{array}{l} \text{ha} = 0,10 (?) \\ \text{la} = 0,10 (?) \end{array} \right. \quad \text{Zoécie } \left\{ \begin{array}{l} \text{Lz} = 0,68 \\ \text{lz} = 0,32-0,36 \end{array} \right.$$

*Variations.* — Les trous percés dans cette espèce sont bouchés par la gangue, une espèce de glaise durcie, très difficile à enlever à la pointe fine. Nos spécimens, insuffisamment nettoyés ne m'ont pas permis de préciser tous les caractères de cette étrange espèce.

L'ancestrule est une toute petite zoécie engendrant cinq zoécies ordinaires dont les deux distales sont très divergentes.

*Localité.* — Lutécien inférieur de Fontcouverte (Aude) et de Fabrezan (Aude).

*ADEONELLOPSIS CIMEX n. sp.*

Pl. X, FIG. 1.

*Description.* — Le zoarium encroûte les *Isis*. Les zoécies sont distinctes, séparées par un sillon; elliptiques, un peu allongées, convexes; l'area frontal est grand, profond, perforé de quelques gros pores; l'aviculaire médian est inconstant. L'apertura est enfoncée, transverse, oblique, en partie cachée par une convexité proximale et limitée latéralement par deux petits aviculaires latéraux.

$$\text{Apertura} \left\{ \begin{array}{l} \text{ha} = 0,10 \\ \text{la} = 0,20 \end{array} \right. \quad \text{Zoécie} \left\{ \begin{array}{l} \text{Lz} = 0,60 \\ \text{lz} = 0,40 \end{array} \right.$$

*Variations.* — La forme des zoécies est un peu celle des *Punaises*. Malgré la médiocrité du spécimen, j'ai cru utile d'en essayer la restauration en raison de l'étrangeté des caractères aperçus. Il est évident que la découverte de meilleurs spécimens permettrait de fixer avec plus d'exactitude les vrais caractères de cette espèce.

Le genre *Adeonellopsis* est très commun dans le Lutécien du Bassin de Paris; les spécimens très bien conservés sont des plus faciles à déterminer et ils ne peuvent être comparés à l'espèce présente.

*Localité.* — Lutécien de Fabrezan (métairie Borges) (Aude).

*PORICELLA SUTNERI* KOSCHINSKY, 1885.

1908. *Poricella Sutneri* CANU. Bryozoaires fossiles des Terrains du Sud-Ouest de la France : *B. S. G. F.*, p. 388, pl. vi, fig. 7 (A la Bibliographie ajoutez :)

1906. *Poricella Sutneri* FAURA I SANS et CANU. Bryozoaires des Terrains tertiaires de la Catalogne : *Treballs Institució Catalana H. W.*, II, p. 82.

C'est une des rares espèces qui se retrouvent sur les deux versants des Pyrénées. Les spécimens espagnols se rapportent rigoureusement à ceux de Bavière. Les spécimens français constituent une variété assez distincte par l'absence de suture interzoéciale visible; ils se rapportent rigoureusement aux spécimens du Bassin de Paris.

*Localité.* — Lutécien de Saint-Jean-de-Verges (Ariège).

*STOMATOPORA GRANULATA* MILNE-EDWARDS, 1838.

1908. *Stomatopora granulata* CANU. Bryozoaires des Terrains tertiaires des environs de Paris : *Annales Pal.*, III, pl. 12, fig. 15 (Bibliographie générale).
1908. *Stomatopora granulata* CANU. Bryozoaires des Terrains du Sud-Ouest de la France : *B. S. G. F.*, (4), VIII, p. 382 (Bibliographie régionale).

Cette espèce me paraît assez mal délimitée en raison de sa trop grande simplicité. Elle est cosmopolite dans toutes les mers récentes. Les débris ont été observés partout et à tous les étages du Néocomien. Cette longévité est extraordinaire. Ce n'est probablement qu'une forme zoariale d'un groupe d'animaux dont l'anatomie n'est pas connue encore.

*Localité.* — Lutécien de Fabrezan (métairie Borges) (Aude) et de Gibret, près Montfort (Landes).

*PROBOSCINA RUGULOSA* REUSS, 1847.

PL. X, FIG. 7, 8.

1847. *Alecto rugulosa* REUSS. Die fossilen Polyparien des Wiener Tertiärbeckens : *Haidinger's naturwissenschaftliche Abhandlungen*, II, p. 52, pl. 7, fig. 19.
1869. *Alecto rugulosa* REUSS. Paläontologische Studien über die älteren Tertiärschichten der Alpen : *Denkschriften k. Ak. Wissenschaften*, XXIX, p. 47.
1877. *Alecto rugulosa* MANZONI. I Briozoi fossili del Miocene d'Austria ed Ungheria, III : *Denkschriften Ak. Wissenschaften*, XXXVII, p. 16, pl. 15, fig. 60.
1879. *Alecto rugulosa* SEGUENZA. Le formazioni terziarie nella Provincia de Reggio (Calabria) : *R. Acc. Lincei*, (3), VI.
1900. *Tubulipora (Stomatopora) rugulosa* NEVIANI. Bryozoi neogenici delle Calabrie : *Paläontographia italica*, VI, p. 236 (sep. 122).

Diamètre du péristome.....	0,10
Largeur zoéciale.....	0,14-0,1»
Distance des péristomes <sup>1</sup> .....	0,50 en moyenne
Largeur des rameaux.....	0,50

Les rameaux sont légèrement claviformes, le nombre des tubes est de 3-4 aux parties les plus larges. Les péristomes sont relevés à angle droit.

Ma détermination est faite sur les figures de Reuss et de Man-

1. L'écartement des péristomes est mesuré par la distance entre deux tubes placés à la même hauteur et péristomes compris.

zoni. Ces auteurs n'ayant jamais donné les mesures micrométriques une erreur est toujours possible.

Nos spécimens rampent sur des Térébratules.

*Localité.* — Lutécien de Fontcouverte (Aude).

*PROBOSCINA BIFURCAIA n. sp.*

PL. X, FIG. 5, 6.

*Diagnose.* — Le zoarium rampe sur les Térébratules, il forme des rameaux larges, linéaires, *bifurqués* sous un petit angle aigu. Les *tubes* sont distincts, cylindriques dans leur portion visible, peu convexes, ponctués, redressés à leur extrémité ; le péristome est mince, saillant, oblique, orbiculaire.

Diamètre du péristome...	0,16	Distance des péristomes...	0,70
Largeur zoaciale.....	0,20	Ecartement des péristomes.	0,64

*Affinités.* — Par ses rameaux linéaires cette espèce ressemble beaucoup au *Daperœcia dilatans* BUSK, 1859 ; elle en diffère par son plus grand péristome et par des rameaux composés d'un plus grand nombre de tubes.

Par ses mesures micrométriques elle est très voisine de *Proboscina palmata* SMIT, 1867 ; elle en diffère par son zoarium jamais claviforme.

Je n'ai pas eu la chance de découvrir l'ovicelle ; je ne peux donc classer convenablement cette espèce.

*Localité.* — Lutécien inférieur de Fontcouverte (Aude).

*BERENICEA STRIATULA n. sp.*

PL. XI, FIG. 1-6.

*Diagnose.* — Le zoarium encroûte les coquillages (Térébratules) : il forme des rameaux linéaires ou flabelliformes, droits ou arqués, irrégulièrement bifurqués. Les *tubes* sont coniques, plus larges à leur extrémité, convexes, ponctués et *finement striés* ; le péristome est mince, orbiculaire, oblique, peu saillant.

Diamètre du péristome.....	0,11
Diamètre des tubes (à l'extrémité).....	0,11
Ecartement des péristomes.....	0,45-0,55
Distance des péristomes.....	0,40-0,60

*Variations.* — L'aspect zoarial est très variable, tantôt en large Proboscine, tantôt en vraie Bérénice. La convexité du sub-



stratum modifie beaucoup les mesures micrométriques dont la seule constante est le diamètre péristomique.

Je n'ai jamais eu la chance de découvrir l'ovicelle de cette espèce qui n'est pas rare ; je ne puis donc la classer convenablement.

Elle diffère de *Tubulipora flabellaris* BUSK, 1859 par son plus grand diamètre zoécial et par ses larges expansions béréniçoïdes.

Elle diffère de *Stomatopora palmata* SMITT, 1865, par sa plus petite largeur zoéciale qui n'atteint jamais 0,14-0,16.

*Localités.* — Lutécien de Fontcouverte (Aude) et de Montlaur au Nord (Aude).

#### *ENTALOPHORA MACROSTOMA* MILNE-EDWARDS, 1838.

Voir : *B.S.G.F.*, (4), VIII, p. 383, pl. VII, fig. 17.

*Localité.* — Lutécien de Saint-Jean-de-Verges (Ariège).

#### *IDMONEA CORONOPUS* DEFRANCE, 1822.

Voir : *B.S.G.F.*, (4), VIII, p. 385.

*Localité.* — Lutécien de Saint-Jean-de-Verges (Ariège) ; Couiza (Aude).

#### *HORNERA HIPPOLYTA* DEFRANCE, 1821.

Voir : *B.S.G.F.*, (4), VIII, p. 386.

*Localité.* — Lutécien de Saint-Jean-de-Verges (Ariège).

#### *RETICULIPORA NUMMULATORUM* D'ORBIGNY, 1852.

PL. XII, FIG. 1, 2.

1852. *Reticulipora nummulatorum* D'ORBIGNY. Paléontologie française. Terrains crétacés. Bryozoaires, p. 905.

1908. *Reticulipora nummulatorum* CANU. Bryozoaires du Sud-Ouest de la France. *B.S.G.F.*, (IV), VIII, p. 387, pl. VIII, fig. 10, 11, 12.

1941. *Reticulipora nummulatorum* CANU. *Ibid.*, *B.S.G.F.*, (IV), XI, p. 453, pl. VIII, fig. 12.

Largeur du péristome. 0,10-0,11    Ecartement des péristomes. 0,20

*Variations.* — Notre spécimen est encroûtant : c'est la base, le moyen de fixation d'un grand zoarium dont les expansions foliacées étaient bilamellaires comme les rameaux trouvés dans les autres localités. Les grosses rides chevauchantes caractérisent très bien cette espèce.

*Reticulipora* n'est pas un genre, c'est une forme zoariale spé-

ciale dans laquelle les péristomes se groupent en séries linéaires obliques sur des rameaux bilamellaires. Elle résulte toujours du développement de deux lobes berenicoïdes qui se soudent et qui se retournent en se développant.

Je n'ai pas encore eu la chance de découvrir l'ovicelle de cette espèce et je ne puis la classer convenablement.

*Localités.* — Suessonien de Illat (Ariège).

Je l'ai déjà signalée à Couiza (Aude), à Saint-Jean-de-Verges (Ariège) et dans l'Auversien de Biarritz.

*LICHENOPORA GRIGNONENSIS* MILNE-EDWARDS, 1838.

Pl. X, FIG. 9.

1909. *Lichenopora grignonensis* CANU. Bryozoaires tertiaires des environs de Paris. *Annales Paléontologie* (IV), p. 134, pl. xvii, fig. 3, 4, 5, 6, 7 (Bibliographie).  
 1908. *Lichenopora hispida* CANU. Bryozoaires du Sud-Ouest de la France. *B.S.G.F.*, (4), VIII, p. 388, pl. vii, fig. 18 (Bibliographie régionale).  
 1910. *Lichenopora grignonensis* CANU. Bryozoaires du Sud-Ouest de la France. *B.S.G.F.*, (4), X, p. 840.

J'ai longtemps pensé que le *Lichenopora grignonensis* MILNE-EDWARDS, 1838, était identique au récent *Lichenopora hispida* FLEMING, 1828 ; il est absolument impossible en effet de différencier les zoaria entre eux. Cependant je ne pourrai maintenir cette assimilation que lorsque j'aurai pu établir la parfaite identité de leurs ovicelles, ce que je n'ai pu encore faire jusqu'à ce jour.

Le zoarium est tantôt simple et orbiculaire comme celui que nous figurons et tantôt formé de sous-colonies adjacentes et réunies ensemble sur une grande surface irrégulière.

*Localités.* — Lutécien de Fontcouverte (Aude) et de Fabrezan (métairie Borges) (Aude).

Je l'ai déjà signalé dans le Lutécien de Blayes (Gironde) et de Bruges (Gironde).

*Distribution géologique.* — Espèce abondante dans le Lutécien du Bassin parisien.

*LICHENOPORA MAGNICALIS* n. sp.

Pl. IX, FIG. 8.

*Diagnose.* — Le zoarium est libre, orbiculaire ou elliptique. Les *fasciculis* sont unisériés, minces, très nombreux (40 à 50), complets jusqu'au bord zoarial. Les cancellis sont petits, très

nombreux, disséminés entre les fasciculis ; ils occupent une grande surface au centre du zoarium.

*Affinités.* — Il diffère du *Lichenopora grignonensis* MILNE-EDWARDS, 1838, par ses fasciculis beaucoup plus nombreux, par ses tubes ne s'éparpillant pas en quinconce sur les marges zoariales et par son grand centre à cancellis.

Il diffère du *Lichenopora radiata* SAVIGNY-AUDOUIN, 1826, par ses fasciculis beaucoup plus minces, formés d'un nombre de tubes beaucoup plus grands et par son grand centre à cancellis.

*Localité.* — Lutécien moyen de Fabrezan (métairie Borges) (Aude).

## DISTRIBUTION DE LA FAUNE PAR LOCALITÉS

### SPARNACIEN.

Albas, Aude. — *Electra brevifrons*, *Electra concatenata*, *Conopeum orbicularium*.

Coustouge, Aude. — *Electra brevifrons*, *Conopeum orbicularium*.

Ribaute, Aude. — *Electra brevifrons*.

Fabrezan, Aude. — *Electra brevifrons*, *Conopeum orbicularium*.

Fontcouverte, Aude. — *Electra brevifrons*, *Conopeum orbicularium*.

Hildevert, Aude. — *Electra brevifrons*, *Conopeum orbicularium*.

Caunettes-en-Val, Aude. — *Conopeum orbicularium*, *Rhagasostoma lanceolata*.

### SUËSSONIEN.

Illat, Ariège. — *Reticulipora nummulitorum*.

### LUTÉCIEN.

Fabrezan, Aude. — *Membraniporina parvicella*, *Ellisina ogivalis*, *Alderina laxata*, *Alderina filimargo*, *Lunularia punctata*, *Onycho-cella dimorpha*, *Rhagasostoma lanceolata*, *Calpensia profunda*, *Cribrilina biarritzensis*, *Hippodiplosia ovoidea*, *Phylactella magniporosa*, *Phylactella insolata*, *Adeonellopsis cimex*, *Stomatopora granulata*, *Lichenopora grignonensis*, *Lichenopora magnicentralis*.

Fontcouverte, Aude. — *Puellina radiata*, *Cribrilina biarritzensis*, *Pleuroschizella anaticula*, *Trypostega convexa*, *Rhamphostomella magniaperta*, *Phylactella insolita*, *Proboscina rugulosa*, *Proboscina bifurcata*, *Berenicea striatula*, *Lichenopora grignonensis*.

Le Rabet, Aude. — *Alderina laxata*.

Coustouge, Aude. — *Alderina laxata*.

Montlaur, Aude. — *Calpensia profunda*, *Puellina radiata*, *Berenicea striatula*.

Couiza, Aude. — *Idmonea coronopus*, *Reticulipora nummulitorum*.  
 Saint-Jean-de-Verges, Ariège. — *Lunulites punctata*, *Poricella Suteri*,  
*Entalophora macrostoma*, *Idmonea coronopus*, *Hornera hippolyta*,  
*Reticulipora nummulitorum*.

Gibret, Landes. — *Stomatopora granulata*, *Entalophora gracilis*,  
*Entalophora proboscidea*, *Filisparsa varians*, *Filisparsa nummulito-*  
*rum*, *Idmonea coronopus*, *Idmonea carinata*, *Idmonea milneana*, *Hor-*  
*nera serrata*, *Hornera asperula*, *Acropora Grateloupi*.

Baigts, Landes. — *Entalophora proboscidea*, *Filisparsa nummulito-*  
*rum*, *Idmonea coronopus*, *Idmonea carinata*, *Idmonea milneana*,  
*Hornera hippolyta*, *Acropora Grateloupi*.

## EXPLICATION DES PLANCHES

## PLANCHE VII.

- FIG. 1, 2. — ***Electra concatenata*** REUSS, 1866. × 25. Sparnacien de Albas (Aude). Coll. Canu. — Page 296.  
 3, 4. — ***Electra brevifrons*** CANU, 1918. × 25. Sparnacien de Albas (Aude). Coll. Canu. — Page 295.  
 5, 6. — ***Conopeum orbicularium*** CANU, 1918. × 25. Sparnacien de Albas (Aude). Coll. Canu. — Page 297.  
 7. — ***Ellisina ogivalis*** CANU, 1918. × 25. Lutécien de Fabrezan (Aude). Coll. Canu. — Page 298.  
 8. — ***Membraniporina parvicella*** CANU, 1918. × 25. Lutécien de Fabrezan (Aude). Coll. Canu. — Page 297.

## PLANCHE VIII.

- FIG. 1. — ***Alderina filimargo*** CANU, 1918. × 25. Lutécien de Fabrezan (Aude). Coll. Canu. — Page 299.  
 2. — Même espèce. Zoécies ovicellées.  
 3. — ***Rhagasostoma lanceolata*** CANU, 1918. × 25. Lutécien de Fabrezan (Aude). Coll. Canu. — Page 300.  
 4. — ***Alderina laxata*** CANU, 1918. × 25. Lutécien de Le Rabet (Aude). Coll. Canu. — Page 298.  
 5. — ***Onychocella dimorpha*** CANU, 1907, var. ***meridionalis***. × 25. Lutécien de Fabrezan (Aude). Coll. Canu. — Page 300.  
 6. — ***Calpensia profunda*** CANU, 1918. × 25. Lutécien de Montlaur (Aude). Coll. Canu. — Page 301.  
 7. — ***Gribrilina biarritzensis*** CANU, 1910. × 25. Lutécien de Fabrezan (Aude). Coll. Canu. — Page 302.

## PLANCHE IX.

- FIG. 1. — ***Rhamphostomella magniaperta*** CANU, 1918. × 25. Lutécien de Fontcouverte (Aude). Coll. Canu. — Page 305.  
 2. — ***Trypostega convexa*** CANU, 1918. × 25. Lutécien de Fontcouverte (Aude). Coll. Canu. — Page 304.  
 3. — ***Hippodiplosia ovoidea*** CANU, 1918. × 25. Zoécies larges. Lutécien de Fabrezan (Aude). Coll. Canu. — Page 304.  
 4. — Même espèce. Zoécies convexes et zoécie ovicellée.

5. — **Phylactella insolata** CANU, 1918.  $\times 25$ . Lutétien de Fabrezan (Aude). Coll. Canu. Voir Pl. IV, fig. 2, 3, 4. — Page 306.
6. — **Pleuroschizella anaticula** CANU, 1918.  $\times 25$ . Lutécien de Fontcouverte (Aude). Coll. Canu. — Page 303.
7. — **Phylactella magniporosa** CANU, 1918.  $\times 25$ . Lutécien de Fabrezan (Aude). Coll. Canu. — Page 306.
8. — **Lichenopora magnicentralis** CANU, 1918.  $\times 6$ . Lutécien de Fabrezan (Aude). Coll. Canu. — Page 311.

## PLANCHE X.

- FIG. 1. — **Adeonellopsis cimex** CANU, 1918.  $\times 25$ . Lutécien de Fabrezan (Aude). Coll. Canu. — Page 307.
2. — **Phylactella insolita** CANU, 1918.  $\times 25$ . Lutécien de Fontcouverte (Aude). Coll. Canu. — Page 306.
  3. — Même espèce. Zoécies plates et ovicelle.
  4. — Même espèce. Ancestrule.
  5. — **Proboscina bifurcata** CANU 1918.  $\times 25$ . Lutécien de Fontcouverte (Aude). Coll. Canu. — Page 309.
  6. — Même espèce et même spécimen.  $\times 12$ .
  7. — **Proboscina rugulosa** REUSS, 1847.  $\times 12$ . Lutécien de Fontcouverte (Aude). Coll. Canu. — Page 308.
  8. — Même espèce et même spécimen.  $\times 25$ .
  9. — **Lichenopora grignonensis** MILNE-EDWARDS, 1838.  $\times 6$ . Lutécien de Fontcouverte (Aude). Coll. Canu. — Page 311.

## PLANCHE XI.

- FIG. 1-6. — **Berenicea striatula** CANU, 1918. Lutécien de Fontcouverte (Aude). Coll. Canu. — Page 309.
1. Même spécimen que fig. 2.  $\times 25$ .
  2. Zoarium flabellé.  $\times 25$ .
  3. Zoarium flabellé émettant une fronde linéaire.  $\times 25$ .
  4. Zoarium linéaire.  $\times 12$ .
  5. Même spécimen que fig. 6.  $\times 25$ .
  6. Zoarium linéaire avec expansion flabellée.  $\times 12$ . Lutécien de Montlaur (Aude).

## PLANCHE XII.

- FIG. 1, 2. — **Reticulipora nummulatorum** D'ORBIGNY, 1852.  $\times 12$  et  $\times 25$ . (Forme berenicoïde ou base zoariale). Suessonien d'Illat (Ariège). Coll. Canu. — Page 310.

DÉTOURNEMENT DES VOIES DE VOYAGEURS P.-L.-M.  
 A PARIS, ENTRE LES GARES  
 DE BERCY-NICOLAÏ ET DE CHARENTON<sup>1</sup>

PAR A. Dollo.

Les tranchées « de Nicolaï » et de Conflans » viennent d'être élargies latéralement à la rue de Charenton et à la Route nationale n° 5 (de Paris à Genève), sur une longueur de 2 km., entre les km. 1,670 et 3,675, de la rue Nicolaï au pont des Bordeaux, près Charenton. L'entrée de la gare des marchandises, au niveau des voies, par la rue Nicolaï, a été reportée à 200 m. vers Charenton, au sommet de la colline. Le nouvel accès à cette gare, se fait actuellement, sur un viaduc qui passe au-dessus des voies nouvelles.

Les travaux, bien que n'étant pas encore terminés, sont suffisamment avancés pour permettre à l'auteur de présenter à la Société un profil en long géologique, avec coupes détaillées, qu'il a établi d'après les relevés qu'il a faits sur le terrain, dès l'année 1912, grâce au concours dévoué qu'il a reçu du personnel technique sous la direction de M. Gérin, ingénieur de la Voie, auquel il adresse ses bien sincères remerciements.

La tranchée de Nicolaï, entre la rue Nicolaï et le Chemin de fer de Ceinture, aux fortifications (Porte de Charenton), a été déblayée jusqu'au contact de la rue de Charenton, qu'un mur de soutènement, à arceaux, consolide. Elle a montré le Travertin « de Saint-Ouen », sous la forme d'un segment, en cuvette, dont la corde avait 500 mètres de longueur, à l'altitude + 48, et la flèche 9 mètres; le fond de cette cuvette, à l'altitude + 39, se trouvant à 35 mètres de l'axe de l'entrée du viaduc, vers Charenton.

Au-dessous du Travertin de Saint-Ouen, la couche à *Avicula fragilis* DEFR., dite « de Mortefontaine », très peu fossilifère, n'ayant que 0 m. 15 d'épaisseur, recouvrait le Calcaire de « Ducy », non fossilifère, réduit à 0 m. 50 d'épaisseur.

Venaient ensuite les Sables « de Beauchamp » avec une épaisseur totale de 9 m. 25, qu'on a pu mesurer près du Chemin de fer de Ceinture, où, au niveau de la voie, affleurait le sommet du Calcaire grossier.

Un puits de sondage, creusé à 30 m., vers Paris, de l'axe de

1. Note présentée à la séance du 5 juin 1916.

l'entrée du viaduc, a atteint le sommet du Calcaire grossier à l'altitude + 32. Dans toute l'étendue de la tranchée de Nicolaï, le Travertin de Saint-Ouen et les Sables de Beauchamp, dérasés, étaient recouverts, jusqu'au sol de la rue de Charenton, par 3 mètres d'épaisseur de sables et graviers (Alluvions anciennes ; Diluvium).

nombreux nodules, très gros, à coque de calcaire gréseux, sphériques ou ovoïdes, que M. Dollot a photographiés.

Sous le Chemin de fer de Ceinture, les fouilles des piles du pont et, au delà, celles des nouveaux tunnels traversant les fortifications, ont permis de repérer le sommet du Calcaire grossier.

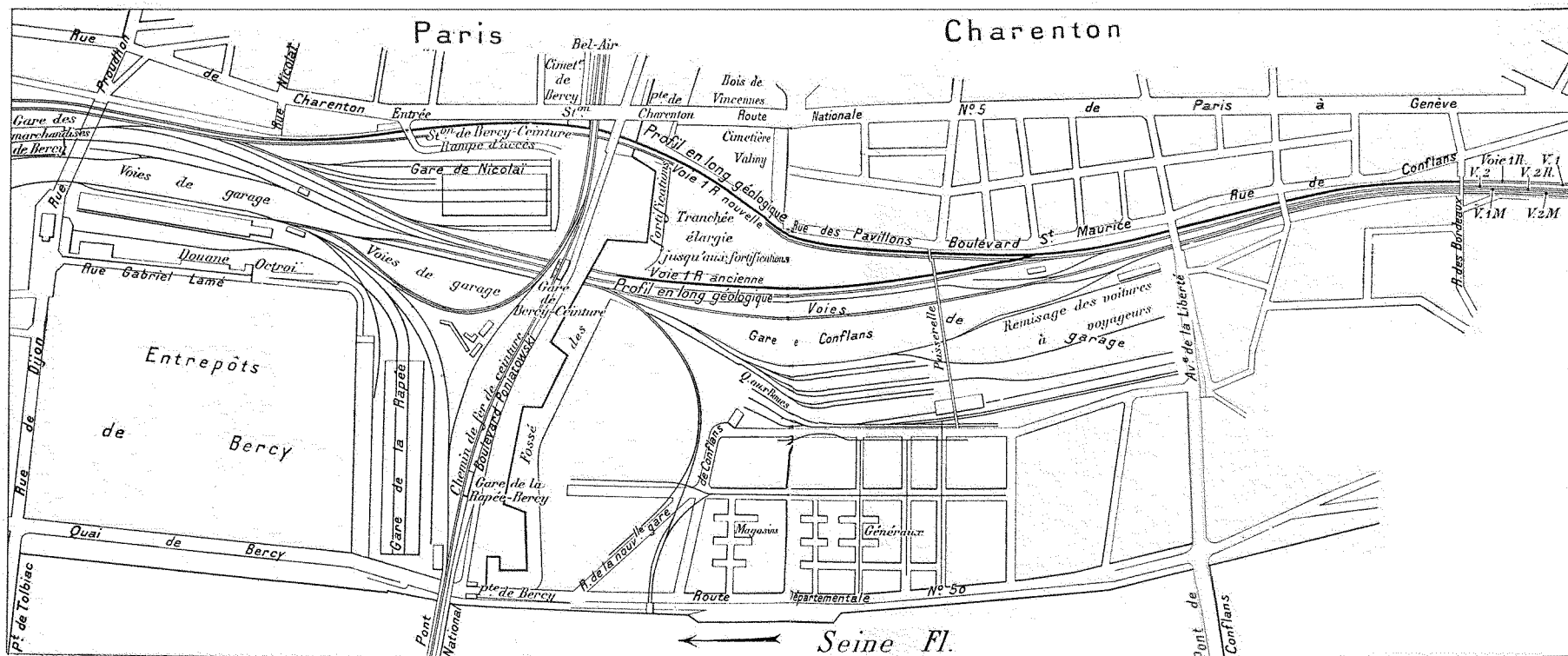


FIG. 1. — Plan des voies P.-L.-M. entre les gares DE BERCY-NICOLAÏ ET DE CHARENTON. — 1/10 000.

Ces sables et graviers contenaient des blocs roulés de Grès « de Fontainebleau ». A la base du Travertin de Saint-Ouen, aucun silex nectique ; mais à leur niveau on voyait la couche à *Cyclostoma numia* LAMK.

Dans les Sables de Beauchamp, un gros nodule ovoïde, à coque de calcaire gréseux de 0,70 à 0,80 cm. d'épaisseur, rempli de sable, se trouvait à quelques mètres en contrebas du sommet, comme cela existe partout dans Paris. Dans ces mêmes sables, il y avait également de nombreux petits nodules sphériques, calcaires, creux à retraits.

A Puteaux, dans la cour de la gare, on a pu voir en 1896, de

Le Travertin de Saint-Ouen, à Nicolaï, n'a été qu'une réapparition momentanée. Delesse, en 1865, dans sa Carte géologique au 25 000<sup>e</sup>, indique un affleurement elliptique de ce travertin, entre la rue Nicolaï et la Porte de Charenton, dont le grand axe, de 600 m. de longueur, suivait la rue de Charenton, et dont le petit axe n'avait que 150 m. de largeur. Il a repéré, également, des affleurements au milieu du bois de Vincennes et à Joinville-le-Pont. En ce dernier point, le sommet du Travertin atteindrait l'alt. + 68.

En 1896, lors de la suppression d'un passage à niveau, près de la gare de Joinville-le-Pont, route de Joinville à Vincennes, on a

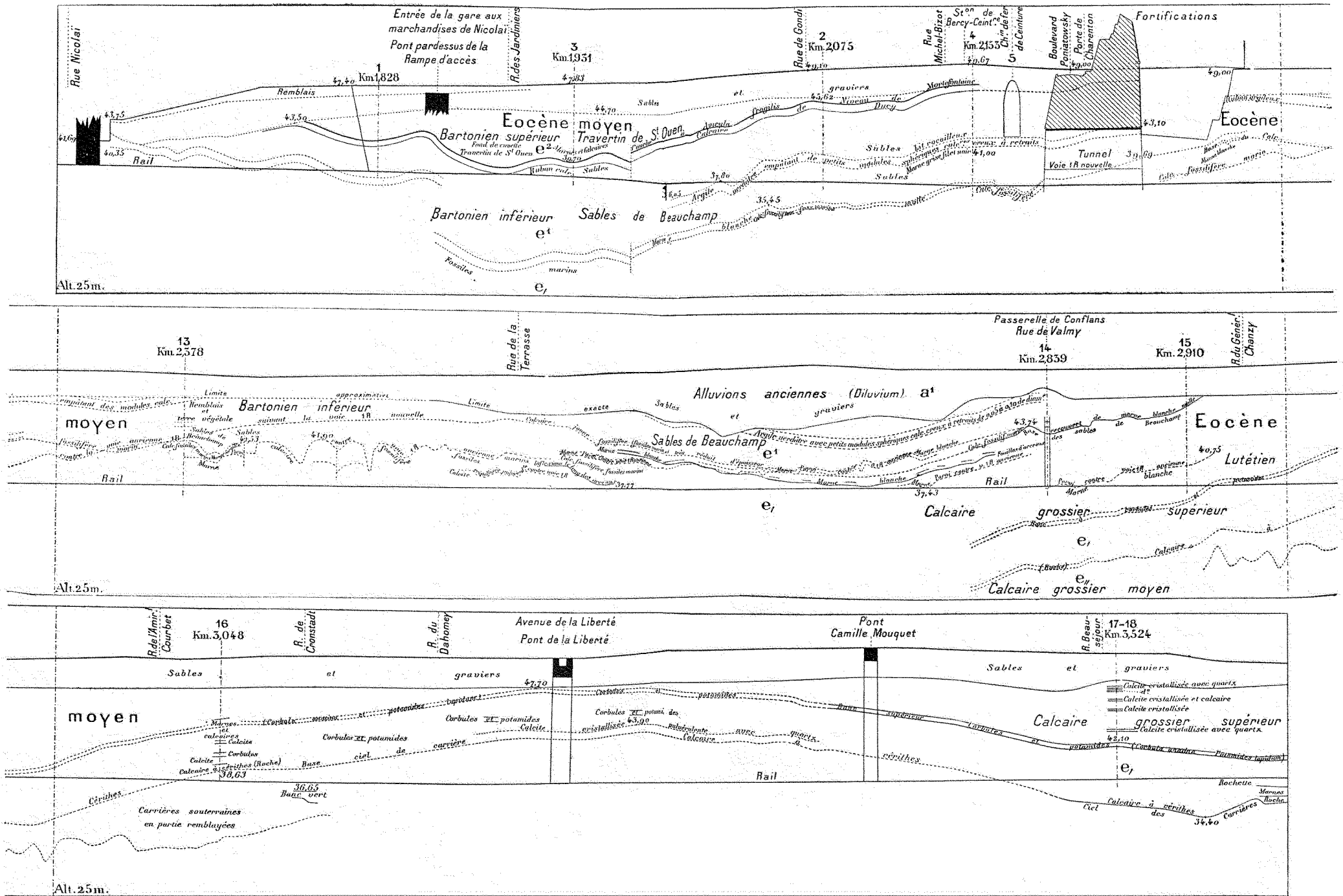


FIG. 2. — Profil en long, géologique, des voies P.-L.-M., entre les GARES DE BERCY-NICOLAÏ ET DE CHARENTON. — Longueurs 1/2 500; hauteurs 1/500.



pu voir dans la tranchée : les Sables de Beauchamp, le Travertin de Saint-Ouen et les Sables et graviers (Diluvium). M. Dollo en a fait à cette époque, le relevé géologique et pris quelques photographies.

Au delà des nouveaux tunnels, sous la fortification, à la base de l'escarpe de la Courtine (Porte de Charenton), km. 2,237, commence la « tranchée de Conflans », dont l'élargissement, qui atteint 200 m. en ce point, se réduit à zéro, au pont des Bordeaux (km. 3,675). Sa longueur est, par conséquent, de 1 438 m.

En plan, la partie de cette tranchée, récemment déblayée, a la forme d'un triangle isocèle, dont la base est au pied des fortifications ; l'un des côtés est parallèle à la voie ancienne 1 R et l'autre, à la voie nouvelle 1 R. La voie nouvelle 1 R est contiguë au cimetière de Valmy, au boulevard des Pavillons et à celui de Conflans, et à peu près parallèle à la Route nationale n° 5 (de Paris à Genève). Un mur de soutènement, avec arceaux comme à « Nicolaï », limite les déblais.

Le profil en long géologique, suit le mur de soutènement, à 3 m. environ de la voie nouvelle 1 R.

La tranchée de Conflans a traversé le Calcaire grossier, supérieur, les Sables de Beauchamp et une couche assez épaisse, de Sables et graviers (Alluvions anciennes ; Diluvium).

Le sommet du Calcaire grossier, qui affleure le rail sous le Chemin de fer de Ceinture (km. 2,150), s'élève progressivement, en ondulations, vers Charenton, jusqu'au km. 2,919, soit à 80 m. au delà de la passerelle de Conflans ; puis il est dérasé et recouvert par les Sables et graviers.

Les Sables de Beauchamp, qui avaient toute leur épaisseur au km. 2,150, à Nicolaï, s'amincissent irrégulièrement jusqu'au delà de la passerelle (km. 2,910). Ils sont fortement corrodés et recouverts par les Sables et graviers, dont les épaisseurs varient de 3 à 7 m., en contrebas du sol.

Au delà de la passerelle de Conflans, on ne voit plus que le Calcaire grossier, supérieur, dérasé, recouvert par 3 ou 4 m. de Sables et graviers.

Les diverses couches du Calcaire grossier, qui s'élèvent progressivement, depuis le Chemin de fer de Ceinture, vers Charenton, atteignent le point culminant au pont de la Liberté, puis redescendent au delà. Les anciennes carrières souterraines de Conflans ont montré que le sommet du Calcaire grossier, au pont de la Liberté, correspond à un dôme : le pendage se faisant dans toutes les directions.

Le « banc vert » a été reconnu entre la passerelle et le pont de la Liberté, Il contenait de très petits Planorbis.

Le profil géologique indique, en projection, entre les fortifications et la passerelle de Conflans, sur une longueur de 600 m. environ (km. 2,337 à 2,839) le sommet du Calcaire grossier, d'après les relevés faits à 5 m. parallèlement à l'ancienne voie 1 R, afin de montrer les variations dans la stratification.

Toutes les couches du Calcaire grossier supérieur sont mameonnées. Il n'en est pas de même en contrebas.

Presque tous les bancs de marne blanche du sommet, dont les épaisseurs ne dépassent pas 0 m. 50, sont séparés par des couches minces de 0 m. 10 à 0 m. 15 d'épaisseur de calcaire siliceux. Par places, ces bancs, plus épais, sont contournés, notamment au delà de la passerelle de Conflans. Quelques parties vacuolaires renferment du calcaire ou de la silice, à l'état farineux.

Il n'en est pas de même au Métropolitain, notamment sous les places de l'Étoile, du Trocadéro et Denfert-Rochereau, où les bancs de marnes, parfois très épais, se superposent sans intercalations de roches quelconques.

Le point culminant du Calcaire grossier, non dérasé, correspondrait, au pont de la Liberté, à l'alt. + 57,56. Le sommet du Calcaire grossier, à Nicolaï, étant à l'alt. + 29,27, on voit que le pendage, vers Paris, est très accentué.

A Joinville-le-Pont, Delesse indique l'alt. + 60,70 pour le sommet du Calcaire grossier.

Dans son ouvrage sur le pont Alexandre III, M. Résal publie une coupe géologique qui montre qu'en suivant le cours de la Seine, du pont National à la Cité, le pendage total est de 15 m. environ.

La coupe géologique des tranchées de Nicolaï et Conflans complète les observations faites par M. Dollot, dans les travaux du Métropolitain, au sujet du pendage général des couches du sous-sol qui convergent vers le centre de Paris.

# ROBERT DOUVILLÉ

NOTICE NÉCROLOGIQUE

PAR **J. Blayac**<sup>1</sup>.

La mémoire de nos malheureux confrères morts au champ d'honneur doit être célébrée dans les annales de la Société géologique avec toute l'ampleur dont ils sont dignes. Notre regretté président de 1914, A. Thevenin, a bien rappelé en fort beaux termes, dans son discours du 13 avril 1915, les grands traits de la carrière scientifique de Robert Douvillé tué à l'ennemi, le 4 novembre 1914, à l'âge de trente-trois ans ; mais son œuvre géologique est assez féconde pour qu'une notice spéciale lui soit consacrée. Ainsi en a décidé, à juste titre, le Conseil de 1917. On ne saurait en effet assez témoigner aux familles éprouvées, aux jeunes générations qui viennent, au monde savant, combien vif est notre culte pour les défenseurs de notre sol.

Quand les morts que nous pleurons s'appellent Robert Douvillé, Jean Boussac, Marcel Longchambon, tous doués d'une belle intelligence et déjà, malgré leur jeune âge, l'espoir de notre Société, nous leur devons ici une place d'honneur.

Sans nul doute, cette notice eût beaucoup gagné à être écrite par un des intimes, ami et collaborateur de Robert Douvillé ; mais sa présence aux armées en aurait retardé la publication et m'a fait un devoir d'accepter la mission de ce pieux devoir.

Robert Douvillé naquit le 26 juillet 1881 à Lunéville (Meurthe-et-Moselle). Son père, l'éminent paléontologue que nous vénérons tous et dont tout éloge en ce lieu serait superflu, était, à cette époque, professeur à l'École des Mines. Il lui apprit, dès l'enfance, à observer les choses de la nature.

C'est à Ville-d'Avray et surtout, au bord de la mer, à Villers, où la famille Douvillé allait souvent passer l'été, que la vocation de Robert commença à s'affirmer. Tout gamin, il suivait déjà son père dans ses promenades géologiques, le long des falaises ou sur

1. Notice lue à la séance générale annuelle du 22 avril 1918. Manuscrit remis au secrétariat le 5 février 1919.

la plage. Schlumberger, le regretté savant dont le souvenir est encore bien vivant parmi beaucoup d'entre nous, était très lié avec M. Henri Douvillé; il a, lui aussi, beaucoup contribué à orienter les goûts du jeune Robert vers l'histoire naturelle. Il passait la belle saison à Villers-sur-Mer où il possédait un beau chalet. Les deux savants recueillaient sur la plage des fossiles et aussi des Algues et des animaux vivants abandonnés par la marée. Dans la notice nécrologique consacrée, ici même, à son ami, M. Henri Douvillé raconte que le chalet Schlumberger était un véritable jardin botanique et zoologique; on y voyait réunies la plupart des Fougères du pays, à côté de plantes alpines. Une petite ménagerie y était installée qui attirait la curiosité de Robert; il y avait des Tortues exotiques, des Souris valseuses, des Caméléons. Un aquarium où flottaient des Algues vertes abritait les récoltes d'organismes vivants recueillis dans les flaques d'eau de la plage. De bonne heure Robert s'initie de la sorte, et avec passion, à la connaissance des êtres microscopiques; mais la recherche des fossiles jurassiques dont il devait un jour décrire de nombreux spécimens l'attirait par-dessus tout.

Après de solides études au Lycée Condorcet qui se terminèrent par une année de Mathématiques spéciales, il renonça à préparer l'examen d'entrée à l'École polytechnique où sa famille aurait peut-être aimé lui voir suivre la trace de son père. Il vint alors plein d'ardeur à la Sorbonne; le meilleur accueil lui fut fait par Munier-Chalmas et M. Haug. A vingt ans, il avait déjà conquis, et avec la plus grande facilité, son diplôme de licencié ès sciences naturelles. Malgré son vif désir d'entreprendre sans retard une thèse de doctorat, il n'hésita pas à préparer les certificats de minéralogie et de physique générale que Munier-Chalmas lui conseillait d'acquérir afin de parfaire sa culture générale. D'autre part, il s'instruisait régulièrement des choses de la géologie au laboratoire et dans les collections de l'École des Mines; ici, il était guidé par la haute expérience et la science inépuisable de son père et aussi par les idées qui s'échangent entre savants venus de partout dans ce sanctuaire de la paléontologie. Nous savons tous avec quel profit on y fait appel au profond savoir du maître si paternellement accueillant.

Ainsi admirablement préparé à entreprendre des travaux personnels, Robert, déjà confiant en lui-même, se met en quête d'un sujet de thèse.

Doué d'un esprit énergique et résolu, il était bien décidé à aller au loin étudier une région mal connue pour en faire une monographie géologique. Les Monts Aurès, en Algérie, l'avaient

séduit tout d'abord ; mais après entente avec ses maîtres, il choisit un sujet moins vaste, dans le Sud-Est de l'Espagne.

Marcel Bertrand et M. W. Kilián, dans leur beau mémoire publié par la « Mission relative aux tremblements de terre d'Andalousie », ont désigné sous le nom de « zone subbétique » la large bande de terrains secondaires et tertiaires comprise entre la Sierra Nevada et la Meseta. D'après eux, cette zone aurait joué vis-à-vis de la zone bétique « le même rôle que les Préalpes par rapport aux Alpes Suisses ». Les conditions stratigraphiques et tectoniques y sont fort mal connues. Le sujet, surtout pour un débutant, est des plus difficiles, des plus délicats à traiter si on le compare à son homologue franco-suisse. Robert n'hésite pas à s'y consacrer. Il avait à peine vingt-deux ans ; tous ceux qui le fréquentaient étaient frappés de l'originalité et de la précocité de son esprit critique. Nous le vîmes partir pour l'Espagne bien assurés qu'il mènerait rapidement à bien son sujet de thèse.

Sur la recommandation de M. Haug et de M. Vélain, il obtint une mission du Ministère de l'Instruction Publique. Il parcourut, pendant deux années consécutives, l'Andalousie, entre Martos, Jaen et Jodar ; il dressa une carte géologique au 50 000<sup>e</sup> dont il a donné une excellente réduction au 200 000<sup>e</sup>. Le père qui l'accompagna durant une vingtaine de jours, se rendit vite compte que son fils pouvait et tenait à voguer de ses propres ailes. Robert lui témoigne dans la préface de sa thèse une vive et touchante reconnaissance. Mais ses maîtres et aussi tous ses amis comme moi qu'il tenait au courant de ses recherches savent que l'œuvre de Robert en Andalousie est toute originale et toute personnelle. Elle doit être ici rappelée dans ses grandes lignes, quoiqu'elle ait fait l'objet d'un court rapport spécial de M. Gentil, à propos du prix Viquesnel dont l'a honoré si justement la Société.

L'« Esquisse géologique des Préalpes subbétiques », sous son titre modeste, est un chapitre des plus importants de la géologie de la Péninsule Ibérique et aussi de l'histoire de la Méditerranée occidentale. Ecrite dans une langue sobre et claire, artistement illustrée de nombreux croquis, de vues panoramiques, de belles photographies accompagnées de profils explicatifs, elle fait honneur à l'École française. Son auteur s'y révèle déjà très conscient des rapports de la géologie et de la géographie physique, paléontologue averti et tectonicien prudent. C'est surtout la région nord de la zone subbétique qui fait l'objet de ce travail.

Il y distingue deux régions : a) un Bas-Pays, la plaine du Guadalquivir, où affleure le Trias à faciès lagunaire, le Crétacé et le Miocène et où les alluvions quaternaires du fleuve forment la

partie la plus riante, la plus fertile ; b) le Haut-Pays, d'une altitude dépassant 2000 m., est surtout fait de sédiments calcaires des terrains secondaires. Les chaînons y sont orientés E-W. A leur pied nord, et en bordure du Bas-Pays seulement, s'échelonnent les villages. La région est elle-même à peu près inhabitée, désertique, dépourvue d'eau. De-ci, de-là, nous dit notre regretté confrère, on y rencontre quelques rares troupeaux de chèvres. En été, les chevreaux y meurent souvent de faim, leur mère n'ayant pas de lait pour les nourrir. Robert ne nous dit pas les difficultés matérielles qu'il a rencontrées dans ces hautes chaînes où il a vécu plusieurs mois ; mais on les devine sous les remerciements cordiaux qu'il adresse dans sa préface à son fidèle ânier. Combien doux et reposant devait cependant lui apparaître le souvenir des cimes dénudées de l'Almaden et de ses chèvres étiques, aux jours tragiques d'août 1914, alors qu'il cheminait vers la frontière, sac au dos, résigné et conscient de son devoir !

Limité au Nord par la grande faille de la Meseta que suit le Guadalquivir, le Bas-Pays forme, du point de vue tectonique, un contraste saisissant, d'une part avec la région hercynienne, de l'autre, avec le Haut-Pays. Tous les terrains y sont en place, alors que des charriages très importants sont localisés dans le Haut-Pays. Les terrains de la plaine se superposent presque tous en transgression ou en régression sur le Trias. Le Jurassique n'apparaît pas dans cette partie basse de la zone subbétique ; les différents termes du Crétacé s'y montrent seuls en discordance sur les dépôts triasiques. Mais Robert Douvillé nous démontre que ces phénomènes ont seulement affecté le bord du détroit nordbétique au voisinage immédiat de la Meseta et ne se sont pas manifestés en son centre.

Le Haut-Pays est d'une structure très compliquée. Entre Jaen et Grenade, les chaînes subbétiques offrent de nombreux témoins d'une nappe charriée venue du Sud et dont les racines sont à rechercher peut-être aux environs de Grenade. Cette nappe est formée de tous les terrains jurassiques, crétacés et tertiaires de la région. Le Jurassique et le Crétacé constituent le gigantesque anticlinal de l'Almaden, couché et charrié vers le N, dont la tête est encore bien visible à la limite S de la plaine. Le flanc renversé de l'anticlinal s'est fortement étiré ; ses strates vont du Vraconien au Portlandien. Quant au flanc normal, ses couches, du Cénomaniens au Crétacé supérieur inclus, ont continué à se déplacer et sont venues reposer sur le Bas-Pays, en avant de la tête anticlinale du noyau jurassique.

Cette portion de la masse charriée a donc son autonomie ; l'au-

teur la considère comme une deuxième nappe ou nappe supérieure.

Tout cela, bien exposé et appuyé de documents photographiques, entraîne favorablement la conviction du lecteur. D'ailleurs, à côté des preuves d'ordre tectonique, on apprécie beaucoup celles qui découlent de la paléontologie et de la lithologie. Ainsi, le Lias, le Jurassique moyen et supérieur ont un faciès différent, suivant qu'ils se trouvent en place ou charriés. Le Jurassique autochtone comprend des calcaires blancs où se trouvent quelques Ammonites néritiques ; les *Phylloceras* n'y ont jamais été signalés. Le Jurassique des nappes est formé de calcaires gris-foncé très pauvres en fossiles ; ils ont seulement fourni quelques traces de *Phylloceras*.

Ces phénomènes tectoniques se voient d'ailleurs confirmés par ceux signalés en 1904 par le regretté Nicklès, dans la Sierra Sagra, un peu au NE de Jaen.

Tous les étages secondaires et tertiaires étudiés par l'auteur lui fournissent matière à de nouvelles découvertes paléontologiques. Il signale des faunules d'Ammonites pyriteuses dans divers étages éocénés et mésocénés, semblables à celles étudiées par Nicklès dans la province de Valence ; il démontre que les calcaires à *Orbitolines* et à *Rudistes* de Jodar sont bien de l'Aptien supérieur comme beaucoup de ceux d'Algérie ou des Pyrénées.

Les terrains tertiaires de la zone subbétique sont aujourd'hui, grâce à lui, parfaitement définis. Le Miocène inférieur et l'Éocène avaient été presque partout confondus ; les horizons à Lépidocyclines y étaient totalement inconnus.

Digne élève de son père, il recueille patiemment, avec méthode, de nombreux Foraminifères des genres *Orthophragmina*, *Alveolina*, *Operculina*, *Nummulites*, *Lepidocyclina*, etc. Dans l'Eocène, à côté de formes très répandues comme *Num. irregularis* et *N. scaber*, il indique la présence de formes nouvelles, *N. Montefriensis*. Ses découvertes paléontologiques mettent en évidence des lacunes considérables dans le détroit nordbétique, entre le Maestrichtien et le Nummulitique seulement représenté par le Lutétien, entre celui-ci et l'Aquitaniens supérieur. Au Miocène supérieur le détroit est exondé. L'Aquitaniens remarquablement transgressif y est formé de dépôts bathyaux où les Globigérines voisinent avec les Radiolaires et les Diatomées et par quelques sédiments néritiques à Lépidocyclines. Au Burdigalien, il y a prédominance de mollasses et de calcaires à *Lithothamnium*.

Les communications entre l'Atlantique et la Méditerranée ont

dû se faire au Sud de l'emplacement actuel de la chaîne bétique, aux diverses époques qui ne sont pas représentées dans la zone subbétique. M. Gentil nous a dernièrement montré, à propos de ses controverses sur le détroit Sudrifain, tout l'intérêt qui s'attache aux travaux de Robert Douvillé. L'histoire du détroit nord-bétique a donc fait de grands progrès par les minutieuses recherches de Robert Douvillé.

La géologie de l'Espagne lui était ainsi devenue familière ; il était de ceux qui la connaissaient le mieux. Aussi accepta-t-il, en 1911, de rédiger une monographie géologique de ce pays, pour le recueil dirigé par Steinmann et Wilckens.

Ce mémoire qui n'a pas moins de 180 pages lui fait encore beaucoup d'honneur ; il y résume très succinctement la géologie de l'Espagne, d'après les meilleurs travaux parus jusqu'à ce jour. La stratigraphie et la tectonique de la péninsule ne pouvaient être mieux présentées au public. Son livre est d'une lecture agréable, remarquablement soutenue par des cartes, des profils, des diagrammes ; on y trouve aussi des chapitres intéressants sur les tremblements de terre, les richesses minières, les régions naturelles et enfin une précieuse bibliographie.

Le nom de Robert Douvillé est désormais attaché à la Géologie de l'Espagne, avec ceux qui ont illustré la science française dans ce pays, de Verneuil, Barrois, Nicklès, Dereims et les savants de la Mission d'Andalousie.

A ce seul titre, il méritait bien d'être particulièrement honoré dans notre Bulletin ; mais l'œuvre de paléontologie qu'il laisse nous fait tout autant regretter sa disparition. Il était un des rares d'entre nous qui paraissait disposé à consacrer toute sa carrière aux études paléontologiques, à suivre le sillon si fécond tracé par son père.

Après sa thèse, soutenue à vingt-six ans, à un âge où tant d'autres sont encore des néophytes, il passa deux années à la Faculté des sciences de Caen, en qualité de préparateur au laboratoire de géologie. Son goût pour la paléontologie s'est encore développé au contact des admirables collections si bien organisées par E. Deslongchamps et M. Bigot. A loisir, il a pu examiner les belles séries du Jurassique et particulièrement celles de l'Oxfordien de Villers dont il avait lui-même recueilli de nombreux exemplaires. Plus tard, il est appelé au laboratoire de géologie de l'École des Mines au titre de préparateur, puis de chef des travaux ; il y retrouve avec joie les splendides collections de cet



établissement où désormais il puisera les nombreux documents qui vont servir à ses travaux de paléontologie.

Sa production scientifique ne se ralentira jamais. D'année en année, ses amis, ses confrères qui appréciaient en lui un tempérament loyal et d'une rare franchise, constataient combien son jugement allait se perfectionnant. Nous aimions à discuter avec lui sur les questions de géologie à l'ordre du jour. Rapidement les honneurs vinrent à lui sans qu'il s'en souciât. Secrétaire de la Société en 1906, il ne tarda pas à en être lauréat (1910) et puis, en 1914, vice-président, en la bonne compagnie de son camarade et ami Jean Boussac. N'est-ce pas là une satisfaction pour nous tous de voir leurs deux noms à la tête du bureau de la Société à la veille du jour où ils devaient mourir pour la France !

Quand la paix sereine sera revenue, nous resterons longtemps encore en deuil et tout au regret de ces morts affreuses.

Mais que ces sentiments qui m'oppressent au souvenir de nos chers disparus ne me fassent point oublier que j'ai le devoir de vous donner un aperçu de l'œuvre paléontologique du regretté Robert Douvillé.

Elle a trait à deux groupes zoologiques : les *Foraminifères* et les *Ammonoïdés*.

Parmi les premiers, il s'est particulièrement attaché à l'étude des Lépidocyclines. En collaboration avec son ami Paul Lemoine, il a publié sur ce groupe un mémoire des plus intéressants ; c'était la première fois qu'il était l'objet d'une étude spéciale et son importance est fondamentale. Les auteurs se sont attachés à décrire avec précision les espèces précédemment connues et ils nous font connaître plusieurs formes nouvelles. Mais surtout ils ont pu suivre la répartition et l'évolution du groupe depuis Panama et la Floride jusqu'à Madagascar ; ils ont montré ainsi qu'il était possible, au moyen de ces fossiles, de caractériser plusieurs niveaux ; ils distinguent un niveau inférieur à grandes Lépidocyclines qu'ils attribuent à l'Aquitaniens inférieur et deux autres plus élevés où les espèces sont de taille moyenne ou petite et qui appartiennent à l'Aquitaniens supérieur et au Burdigalien. Sans doute, on a été amené plus tard à modifier ces attributions, le niveau inférieur a dû être subdivisé ; on a reconnu que les Lépidocyclines remontaient dans le Stampien et qu'elles apparaissaient en Amérique dès l'Eocène supérieur, mais l'importance de ces formes au point de vue de la détermination des niveaux n'en restait pas moins démontré.

Suivant l'exemple de Schlumberger, les auteurs avaient largement utilisé les caractères tirés des préparations en lames minces.

C'est ainsi qu'ils avaient reconnu l'importance de la constitution de l'appareil embryonnaire mégasphérique et qu'ils avaient pu en faire le fondement de leur classification. Ils avaient pu ainsi distinguer trois groupes suivant que cet appareil est en forme de haricot, ou bien à loges tangentes intérieurement ou enfin formé de deux loges demi-circulaires accolées. Le premier groupe ne comprend que de petites formes et le second des formes moyennes ou de grande taille : ils correspondent aux groupes établis par Verbeck d'après la forme des loges équatoriales, en ogive ou en spatule. Le troisième groupe est spécial aux espèces américaines.

Il faut signaler aussi l'importance, pour la distinction des espèces, des caractères tirés de la disposition et de la forme des piliers latéraux.

Ce travail très original, ne tarda pas à être combattu dans ses conclusions. Des savants italiens nièrent la valeur stratigraphique des Lépidocyclines. La discussion, toujours courtoise, ne paraît pas avoir tourné au désavantage de Robert Douvillé. Elle aboutit, lors de la Réunion extraordinaire de la Société géologique à Turin, à une entente cordiale entre M. Prever et lui, en ce qui concerne les horizons à Lépidocyclines du Piémont.

Ces horizons se superposent au nombre de quatre, du Stampien au Burdigalien inclus. Néanmoins M. Sacco n'a pas admis cette localisation ; il croit au contraire que les diverses Lépidocyclines ont en réalité une longévité beaucoup plus grande et caractérisent plutôt des milieux biologiques de divers âges que des étages géologiques.

Robert Douvillé ne s'en est point tenu là ; une étude des Lépidocyclines découvertes par M. Cottreau au Sausset, près Carry (Bouches-du-Rhône), lui a permis de préciser que le gr. *L. marginata-Tournoueri* y caractérise, avec *Myogpsina irregularis*, l'Aquitaniens supérieur ; 2° que les mêmes espèces existent au sommet du Burdigalien, mais représentées par des individus plus vigoureux associés à une mutation de *L. marginata* : *L. Cottreui* qui se retrouve en Andalousie, mais dans des gisements aquitaniens. Il fait aussi d'importantes observations du même genre sur des Lépidocyclines de Madagascar et fixe en une note très soignée les divers modes de variation de la coquille de ces curieux Foraminifères. Entre temps, M. Rispoli affirme avoir trouvé des *Orthophragmina* associées à des Nummulites lutétiennes et des Lépidocyclines oligocènes dans les argiles écaillées de Palerme. Ces mélanges paraissent, à juste titre, d'après Robert Douvillé, tout à fait insolites.

Il se décida alors à visiter la Sicile, Malte et la côte italienne

du canal d'Otrante ; il convia quelques-uns de ses contradicteurs à étudier avec lui, sur le terrain, les questions en litige. Il fut ainsi constaté que dans les argiles des environs de Palerme des *Lepidocyclina* se trouvent associés à des *Orthophragmina* ; mais qu'on y voit aussi *Nummulites crassus* du Lutétien réunie à *N. intermedius* du Stampien. Robert conclut judicieusement que ces associations anormales étaient dues à des remaniements de terrains d'âge différent ; il émet l'opinion que la cause pourrait en être d'ordre tectonique. Les argiles écailleuses font, en effet, partie d'une nappe de recouvrement mise en lumière par les travaux de MM. Lugeon et Argand.

Tout en admettant l'existence de l'Éocène partout où M. de Stefano a cité des fossiles, il croit que les affleurements de terrains de cette époque ont été très exagérés. Il affirme, notamment, que la côte entre Tricase et Castro est formée de dépôts aquitainiens à Lépidocyclines.

Les Lépidocyclines sont-elles de bons ou de mauvais fossiles ? Les travaux si consciencieux de Robert Douvillé et ceux de son père M. Henri Douvillé nous engagent à nous ranger vers l'affirmative. Quoi qu'il en soit, notre regretté et patient confrère était en tête de ceux qui connaissent le mieux ces Foraminifères ; il a contribué ainsi au bon renom de la Paléontologie française.

Ses travaux sur les Ammonoidés sont encore plus importants que ces derniers. Il n'a pas publié moins de 45 planches relatives aux Ammonites. Ici encore, son œuvre est des plus méritoires. Il a décrit et figuré un grand nombre d'espèces surtout jurassiques, discuté avec beaucoup de perspicacité leurs variations, suivi leur phylogénie d'un horizon à l'autre. Ses recherches ont porté sur des groupes très divers. Les Céphalopodes calloviens d'Argences des genres *Kepplerites*, *Cadoceras*, *Perisphinctes*, puis, ceux du Jurassique supérieur et du Néocomien de l'Argentine et du Pérou lui fournissent matière à des publications fort appréciées où sont étudiés les genres *Virgatites*, *Polyptychites*, *Holcodiseus*, *Simbirskites*, la famille si variée des *Hoplitidés* et d'autres encore. Avec un soin minutieux, il figure les cloisons de toutes les espèces qu'il décrit. Ces monographies ne sont point seulement descriptives ; elles aboutissent prudemment à des conclusions sur la phylogénie et l'ontogénie des espèces les plus remarquables. Parmi ces diverses formes américaines, les unes sont autochtones, les autres sont immigrées parce que identiques à des formes européennes. Le genre *Simbirskites* que l'on croyait propre à la Russie est signalé par lui, le premier, en Argentine. Il y voit un argument en faveur de la théorie de

Neumayr sur la distribution des zones climatiques perpendiculairement aux méridiens.

Les Céphalopodes jurassiques de Dives et de Villers avec lesquels il s'était familiarisé dès l'enfance l'ont aussi particulièrement intéressé. Les collections de l'École des Mines lui ont fourni sur ce sujet de superbes échantillons. Les deux travaux qu'il a publiés dans les Mémoires de la Société, l'un sur les *Cardiocératidés*, l'autre sur les *Oppeliidés* sont parmi les meilleurs de sa production. De ses études morphologiques, il conclut à l'ignorance absolue de l'origine de *Macrocephalites* et par suite de la famille si homogène des Cardiocératidés. Il se rend compte que *Cadoceras* et *Quenstedticeras* se remplacent dans le temps, les plus anciens de ces derniers présentant même des caractères de *Cadoceras*. Il établit les différences entre *Quenstedticeras* et *Cardioceras* et précise les formes de passage des premiers aux seconds. L'un des principaux caractères des *Cardioceras* consiste dans l'incurvation des côtes très accentuée en avant ; ce caractère se manifeste, selon l'expression de l'auteur, dans des variations prémonitoires antérieures à la mutation.

Le développement ontologique des genres *Stepheoceras* et *Pachyceras* lui permet de croire que le second n'est qu'une mutation du premier.

L'une des dernières œuvres de Robert Douvillé parue en 1914 concerne les Oppeliidés du Calvados. Les genres *Hecticoceras*, *Oppelia*, *Lissoceras* et ceux de position systématique douteuse comme *Creniceras* et *Taramelliceras* y sont décrits et discutés avec autant de mesure que les précédents. Chez les Oppeliidés l'irrégularité de l'évolution est remarquable ; la mutabilité est extrême à certains moments et s'exerce dans plusieurs directions. De nouveaux rameaux apparaissent et c'est à ce moment que prennent naissance les rameaux nouveaux, tandis qu'en dehors de ces périodes l'évolution suit une marche lente et régulière. C'est en général à la limite des étages que se produisent ces phénomènes.

L'Académie des sciences en 1912 a honoré tous ces travaux en accordant à Robert Douvillé le prix Delesse.

Au moment de la mobilisation, en 1914, Robert Douvillé avait rédigé un long mémoire sur les *Cosmocératidés* ; l'impression du texte était achevée et quelques-unes des planches étaient tirées avant la guerre. Il ne restait plus qu'à corriger les épreuves et à surveiller l'exécution des dernières figures. Cette tâche, M. Henri Douvillé l'a pieusement accomplie. Qu'il en soit ici profondément remercié ! Grâce à lui le mémoire sur les *Cosmocératidés* publié

par le Service de la Carte géologique a pu paraître en 1915, tout à l'honneur de la science française, comme l'a si bien dit M. Termier.

L'auteur définit les caractères de la famille des Cosmocératidés et des genres qui la composent, *Garantia*, *Strenoceras*, *Keplerites*, *Cosmoceras*. Il étudie, pour chaque espèce, les variations ontogéniques et remarque que chez certains individus ces modifications se produisent de très bonne heure. Il constate dans la forme de la coquille et dans la ligne suturale des variations brusques qu'il explique par des changements du mode de vie de l'animal, celui-ci ayant pu habiter la haute mer ou sur les rivages. Enfin, il observe que les caractères de quelques formes anciennes persistent dans le stade népionique de certaines formes récentes et cite quelques cas curieux de parallélisme entre l'ontogénie et la phylogénie. Ce mémoire est accompagné de 24 planches en héliogravure remarquablement exécutées d'après les photographies de l'auteur.

Si la paléontologie absorbait de plus en plus le meilleur de son temps, il trouvait un dérivatif à ses travaux préférés en collaborant à diverses revues où il a rendu compte de nombreux ouvrages de géologie. Son esprit critique s'exerçait toujours avec courtoisie dans ces analyses empreintes de parfaite camaraderie. Quelques jours avant le 4 août 1914, il rédigeait un bon article paru depuis dans *La Géographie* où il résume avec beaucoup de clairvoyance les explications variées émises sur l'origine des sols polygonaux ou réticulés observés au Spitzberg.

Après cet article, il devait poser sa plume alerte et diligente pour prendre le fusil et gagner la frontière, en sa qualité de sergent d'infanterie.

Hélas ! Il n'en devait plus revenir. Le 4 novembre 1914, il arrive sur le front à Sapigneul, près Berry-au-Bac. A proximité de son poste, un obus de gros calibre vint éclater sur un arbre voisin. Robert est tué sur le coup par un éclat de bois.

Sa mort ouvrit à la Société la liste de nos confrères tombés à l'ennemi ; elle y a causé parmi nous tous de poignants regrets qui ne cessent encore de nous étreindre. Depuis lors, la géologie française a été durement éprouvée, et plus particulièrement la paléontologie dont les pionniers les plus savants viennent de disparaître : Zeiller, Grand'Eury, Robert Douvillé, Jean Bousac, Armand Thevenin. Pertes irréparables dans le présent dont le souvenir nous guidera pour préparer l'avenir.

Robert Douvillé, quoique mort tout jeune, à trente-trois ans, laisse une œuvre solide, érudite, consciencieuse, copieuse, tout

entière à l'honneur de notre pays et bien digne du nom qu'il porte. De toutes ces diverses monographies dont je n'ai pu donner qu'un faible aperçu, il commençait à se dégager des faits généraux du plus haut intérêt sur la marche de l'évolution et la variabilité de l'espèce, sur les mutations brusques. Il ne fait aucun doute qu'à la longue notre malheureux confrère aurait été à même d'établir une généalogie des Ammonoïdés basée sur des observations innombrables.

C'est à l'heure où il commençait à entrevoir une première synthèse qu'il disparaît. C'est au moment où il allait avoir les plus belles satisfactions de carrière et de famille qu'il est tombé dans la mêlée. L'École des Mines, reconnaissante des services rendus par lui, allait se l'attacher définitivement en qualité de conservateur des collections de paléontologie ; le directeur du Service de la Carte géologique lui avait confié la révision de la feuille au 80 000<sup>e</sup> de Besançon ; enfin, sa famille s'accroissait dans le calme d'un foyer où il était admirablement secondé et choyé.

Mais que ceux qui le pleurent se raidissent avec fierté. Selon les termes d'A. Thevenin, il n'a pas succombé en vain. Il est mort pour son pays, pour la défense du droit, de la justice, de la liberté dans le monde qu'il souhaitait ardemment devenir meilleur.

Il laisse une femme dévouée et deux enfants dont un qu'il n'a pas connu et qui a déjà plus de trois ans. Ces deux charmants enfants lui feront certainement un jour le plus grand honneur sous l'égide de celle qui, stoïquement, supporte, en vaillante Française, la cruelle séparation. Puissent notre vive affliction et le souvenir que nous gardons de la belle carrière de son mari alléger le poids de sa douleur !

À ses parents, à son frère, à ses sœurs va aussi notre pensée, émue et angoissée au souvenir des jeunes années de Robert. Que son vénéré père, qui nous est devenu doublement cher, veuille bien accepter ici, pour eux tous, l'hommage du chagrin de la Société tout entière !

#### LISTE DES PUBLICATIONS DE ROBERT DOUVILLÉ

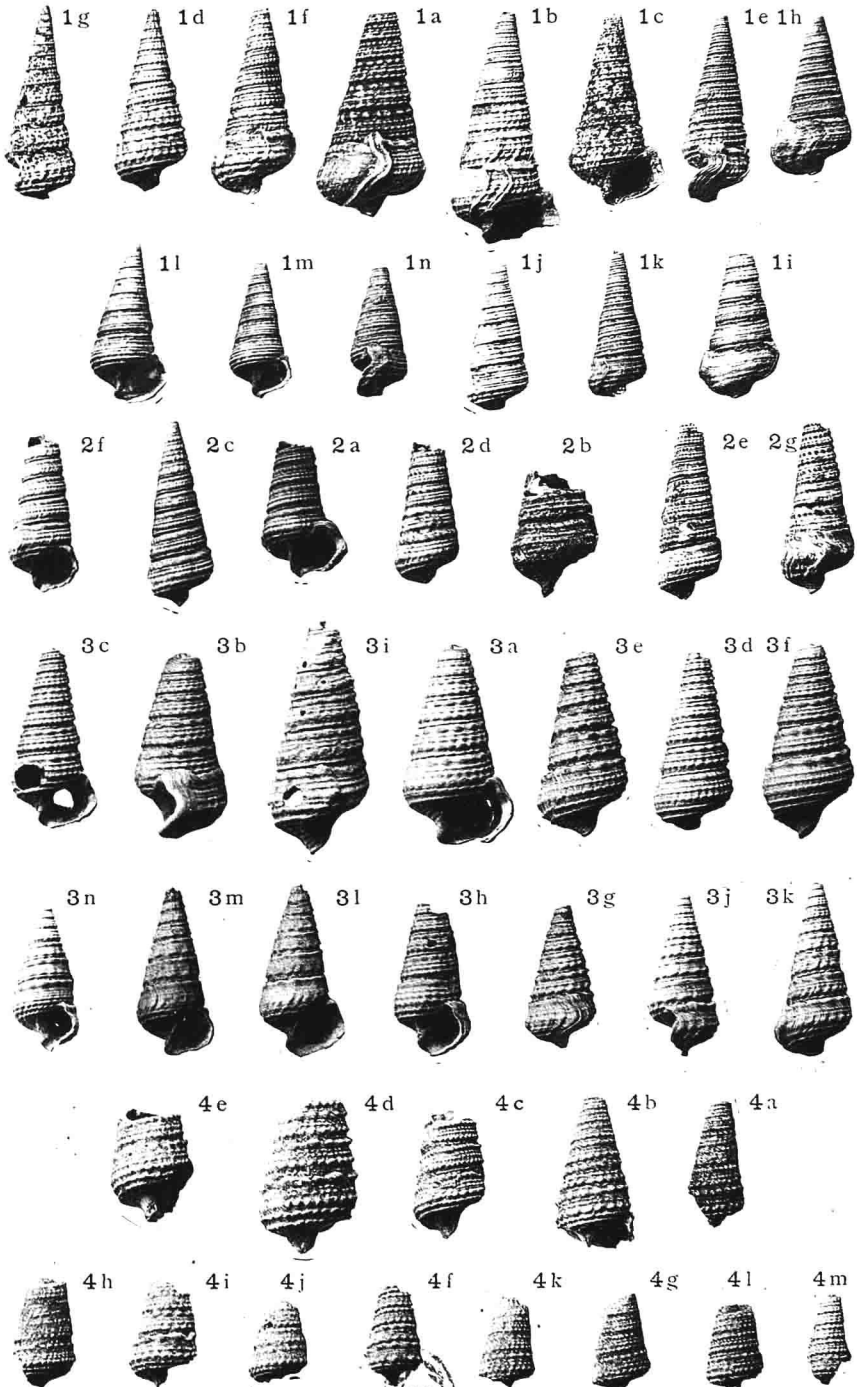
1. 1903. Sur la Géologie de la vallée du Guadalquivir. *B. S. G. F.*, (4), III, p. 620-624.
2. 1904. Sur la coupe du Jurassique moyen de Villers-sur-Mer (Calvados). *B. S. G. F.*, (4), IV, p. 106-112, pl. III.
3. — (En collaboration avec Paul LEMOINE). Résultats paléontologiques et stratigraphiques de l'étude des Lépidocyclines. *B. S. G. F.*, (4), IV, p. 347-350.

4. 1904. Sur les Préalpes subbétiques au Sud du Guadalquivir. *C.R. Acad. Sc.*, t. 137, 21 nov. 1904, p. 894.
5. — (En collaboration avec Paul LEMOINE). Sur le genre *Lepidocyclina* GUMBEL. *Mém. Pal. S. G. F.*, XII, fasc. 2, 42 p., 3 pl.
6. — Sur les Préalpes subbétiques aux environs de Jaen. *C. R. Acad. Sc.*, t. 139, 3 juillet 1905.
7. 1905. (En collaboration avec P. LEMOINE). Remarques à propos d'une note de M. Prever sur les Orbitoïdes. *B. S. G. F.*, (4), V, p. 58-59.
8. — (En collaboration avec Henri JOURDY). Le Jurassique du Sud tunisien. *B. S. G. F.*, (4), V, p. 567-568.
9. — (En collaboration avec PRÆVER). Sur la succession des faunes à Lépidocyclines dans le « Bassin du Piémont ». *B. S. G. F.*, (4), V, p. 861-863.
10. 1906. Remarques à propos d'une note de MM. Maurice Lugeon et Argand sur la Tectonique de la Sicile. *B. S. G. F.*, (4), VI, p. 354.
11. — Esquisse géologique des Préalpes subbétiques (Partie centrale). Thèses Fac. Sc. Paris et *Ann. Hébert*, 1 vol. 8<sup>o</sup>, 222 p., 19 fig., 16 pl. photo (I à XII, paysages; XIII à XVI, fossiles), 1 pl., coupes, pl. xvii, carte à 1/2 000 000 du détroit nord-bétique en noir, 2 cartes géol. en couleur, l'une à 1/200 000 (Préalpes subbétiques), l'autre à 1/50 000, environs de Jaen, 2 vues panor. en couleur.
12. — Sur des Ammonites du Crétacé sud-américain. *Ann. Soc. roy. zool. et malac. de Belgique*, XLI, p. 142-155, pl. I-IV.
13. — Lépidocyclines du Sausset (Bouches-du-Rhône). *B. S. G. F.*, (4), VII, p. 254-255.
14. — Sur quelques gisements nummulitiques de Madagascar. *Annales de Paléontologie*, I, p. 61.
15. — A propos des Lépidocyclines éocènes de quelques paléontologistes italiens. *B. S. G. F.*, (4), VI, p. 445-446.
16. — Observations sur quelques travaux relatifs au genre *Lepidocyclina*. *F. Jeunes Nat.*, (4), p. 169.
17. 1907. Sur des Lépidocyclines nouvelles. *B. S. G. F.*, (4), VII, p. 307-313, 3 fig., pl. x.
18. — Sur la variation chez les Foraminifères du genre *Lepidocyclina*. *B. S. G. F.*, (4), VII, p. 51-57, 37 fig.
19. — Sur les « Argiles écailleuses » des environs de Palerme, sur le Tertiaire de la côte d'Otrante et sur celui de Malte. *B. S. G. F.*, (4), VI, p. 626-634.
20. — Sur l'âge des Lépidocyclines (à propos d'une note de M. Silvestri). *F. Jeunes Nat.*, (4), p. 121.
21. 1908. Observations à propos de la note de M. Rovereto « Sur le Stampien [à Lépidocyclines] des environs de Varazze ». *B. S. G. F.*, (4), VIII, p. 271.
22. — Position stratigraphique des gisements à Lépidocyclines dans le Miocène de Provence. *B. S. G. F.*, (4), VIII, p. 10-11.
23. — (En collaboration avec R. DE MECQUENEM). Sur les Céphalopodes jurassiques du lac d'Ourmia (Perse occidentale). *B. S. G. F.*, (4), VIII, p. 303-304.
24. — Sur des Foraminifères oligocènes et miocènes de Madagascar. *B. S. G. F.*, (4), VIII, p. 321-323.
25. — Observations sur les faunes à Foraminifères du sommet du Nummulitique italien. *B. S. G. F.*, (4), VIII, p. 88-93, 10 fig., pl. II.
26. — Notice géologique sur Mayer-Eymar. *B. S. G. F.*, (4), VIII, p. 209-211.

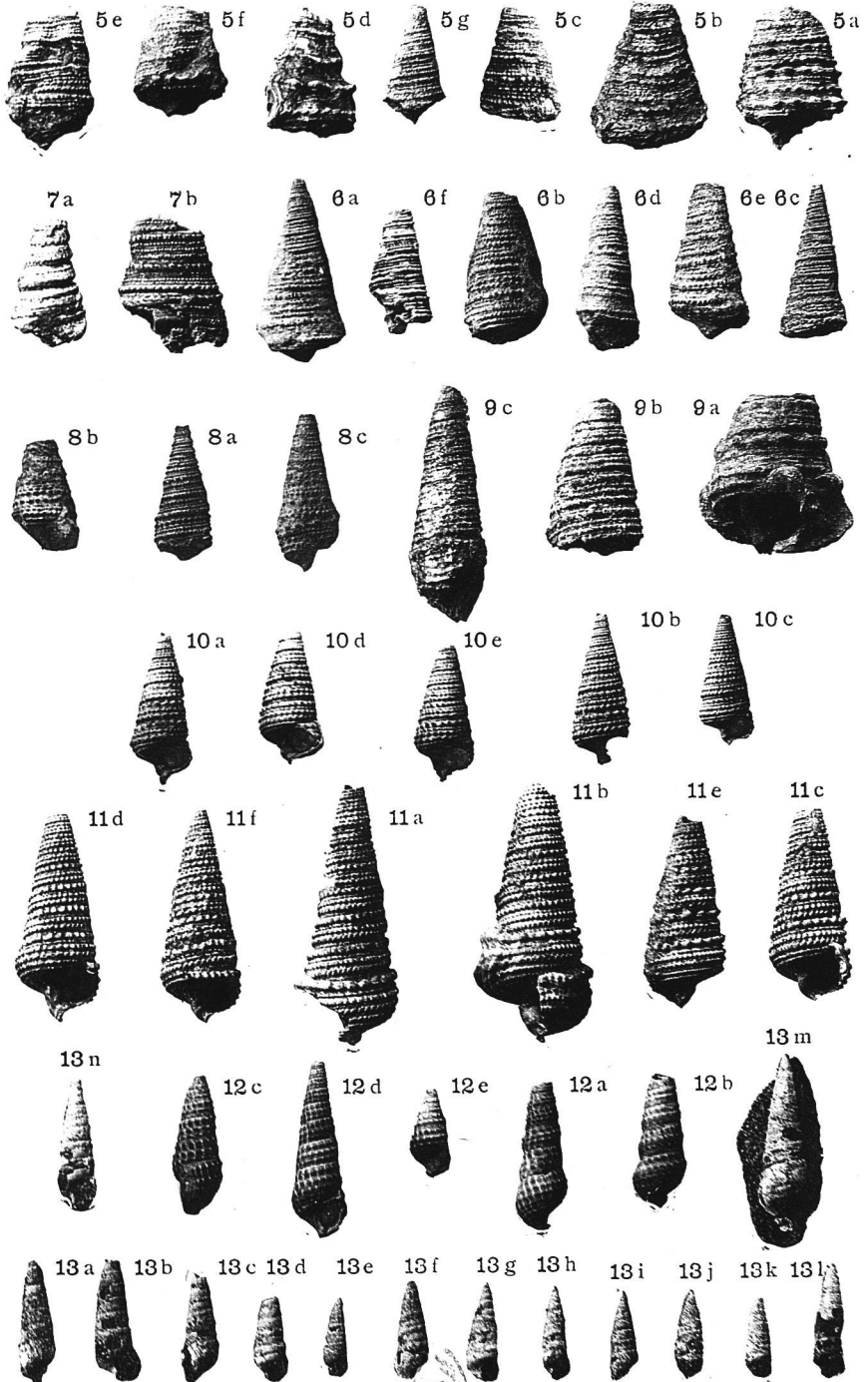
27. 1909. Cycloclypeus et Lépidocyclines de Madagascar. *Ann. Soc. roy. malacol. de Belgique*, XLIV, p. 125-139, pl. v et vi.
28. — Céphalopodes calloviens d'Argences. *Mém. Soc. Linn. de Norm.*, XXIII, p. 119-134, pl. VIII.
29. — Sur l'*Ammonites mutabilis* SOWERBY et sur les genres *Proplanulites* TEISSEYRE et *Pictonia* BAYLE. *C. R. somm. séances S. G. F.*, 3 mai 1909.
30. — Sur des Céphalopodes et des Lamellibranches rapportés du territoire de Neuquen (Argentine) par M. Récopé, ingénieur des Mines. *C. R. somm. séances S. G. F.*, p. 89-91, 21 juin 1909.
31. — Sur des Ammonites provenant des environs de Lima et sur une nouvelle coupure de la famille des Hoplitidés : *Favrella* n. gen. *C. R. somm. S. G. F.*, p. 164-166, 20 déc. 1909.
32. — Sur des Holcostephanidés et quelques autres fossiles rapportés du territoire de Neuquen (République Argentine) par M. Récopé, ingénieur des Mines. *B. S. G. F.*, (4), IX, p. 293-296.
33. — Sur l'*Ammonites mutabilis* SOW. et sur les genres *Proplanulites* TEISSEYRE et *Pictonia* BAYLE. *B. S. G. F.*, (4), IX, p. 234-248, 12 fig., 2 pl.
34. 1910. Sur la question des « Argiles écailleuses » des environs de Palerme. *B. S. G. F.*, (4), X, p. 232.
35. — Quelques remarques à propos du jeune des Ammonites *Proplanulites mutabilis* SOWERBY et *Aulacostephanus pseudo-mutabilis* DE LORIOU. *C. R. somm. séances S. G. F.*, p. 42-44, 7 mars 1910 et *B. S. G. F.*, IV, p. 296-297, 1 fig.
36. — Céphalopodes argentins. *Mém. Pal. S. G. F.*, XVII, fig. 4, p. 1-24, pl. XVII-XIX.
37. — Un *Virgatites* du Caucase occidental ; origine méditerranéenne de ce genre : *Ataxioceras*, *Pseudovirgatites* et *Virgatosphinctes*. *C. R. somm. séances S. G. F.*, p. 157-159, 7 nov. 1910 et *B. S. G. F.*, (4), X, p. 730-739, 2 fig.
38. 1911. La Péninsule Ibérique. A. — Espagne, volume III, 3<sup>e</sup> partie du *Handbuch der regionalen Geologie*, 175 pages, 112 fig.
39. 1912. Étude sur les Ammonites oxfordiennes de Villers-sur-Mer. *C. R. somm. S. G. F.*, p. 91-94.
40. — Observations sur la zone à *Quenstedticeras cordatum*. *C. R. somm. S. G. F.*, p. 112-114.
41. 1913. Influence du mode de vie sur la ligne suturale des Ammonites appartenant à la famille des Cosmocératidés. *C. R. Ac. Sc.*, 13 janv. 1913.
42. — Individualité de la faune d'Ammonites des couches à *Pelloceras athleta*. *C. R. Ac. Sc.*, t. 156, 29 janv. 1913.
43. — Revue critique de Paléozoologie, XVII, 2 ouvrages analysés.
44. — Esquisse d'une classification phylogénique des Oppéliidés. *C. R. somm. S. G. F.*, 1913, p. 46-48 et *B. S. G. F.*, (4), XIII, p. 56-75, 8 fig.
45. — Réponse aux observations de M. Stanislas Meunier considérant le limon quaternaire du Rethelois comme un produit de décalcification. *C. R. somm. S. G. F.*, p. 70-71.
46. — Fossiles des environs de Fez récoltés par M. Jordan, ingénieur des Mines. *C. R. somm. S. G. F.*, p. 80-81.
47. — Fossiles jurassiques récoltés dans la région de Bou Denib par



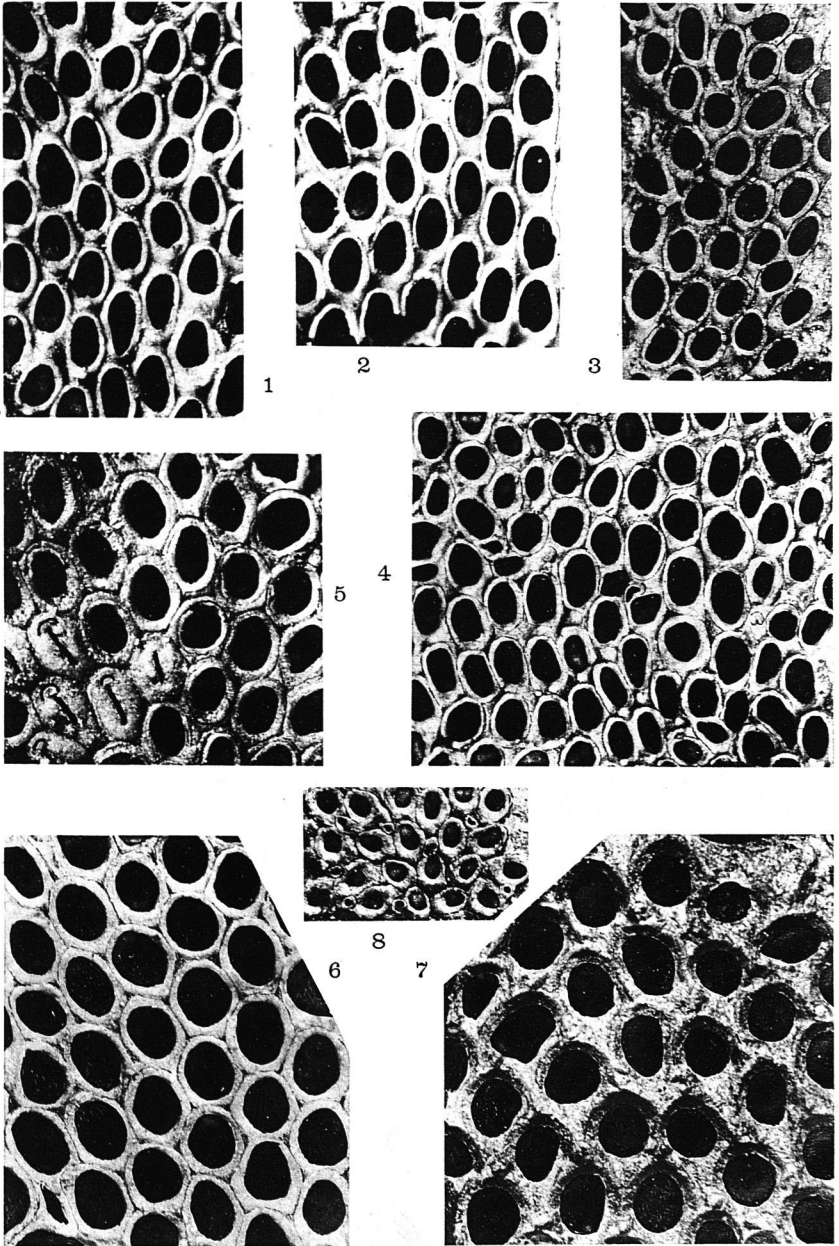
- M. le lieutenant Aubert et dans la vallée de l'O. Zaa par M. Quinson. *C. R. somm. S. G. F.*, p. 81-83.
48. 1913. Observations sur une communication de M. P. Lory et rectification à une communication précédente (cellè des environs de Fez). *C. R. somm. S. G. F.*, p. 103.
49. — Ammonites nouvelles ou peu connues. *C. R. somm. S. G. F.*, p. 185-187 et *B. S. G. F.*, (4), 13, p. 359-369, pl. VII, 6 fig.
50. — (En coll. avec E. FOURNIER et M. PIROUTET). Sur une dent d'*Elephas Trogontheri* trouvée dans la forêt Mouchard (Jura) en relation avec les dépôts glaciaires. *C. R. somm. S. G. F.*, p. 212-214.
51. — Remarques à propos du Rhin français pliocène. *C. R. somm. S. G. F.*, p. 214-216.
52. 1914. Études sur les Cardiocératidés de Dives, Villers-sur-Mer et quelques autres gisements. *Mém. Soc. Géol. Fr. (Paléontologie)*, n° 43, XIX, pl. VII-XI, 84 fig.
53. 1915. Études sur les OPELLIIDÉS de Dives et Villers-sur-Mer. *M. S. G. F. (Paléontologie)*, XXI, 32 fig., 26 p., pl. IV-V.
54. — Études sur les Cosmocératidés des collections de l'École nationale supérieure des Mines et de quelques autres collections publiques ou privées. *Mém. pour servir à l'explication de la Carte géologique détaillée de la France*, 1 vol. 4°, 75 p., 34 fig., XXIV pl. [Publication posthume].
55. 1916. Sols polygonaux ou réticulés. *La Géographie*, XXXI, n° 4, 1916-1917, p. 241-251, 8 fig. (n° 24 à 31) photo. [Note posthume].

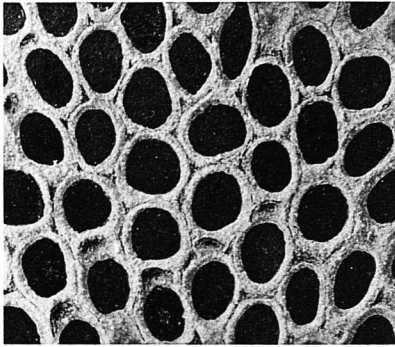


Clichés et Photocollogr. Toussier et C<sup>o</sup>, Arcueil, près Paris

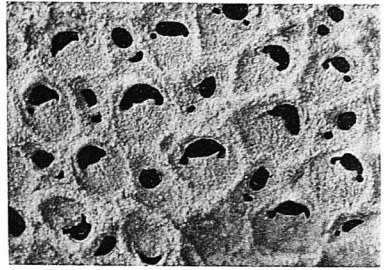


Clichés et Photocollogr. Tortellier et C<sup>o</sup>, Arcueil, près Paris

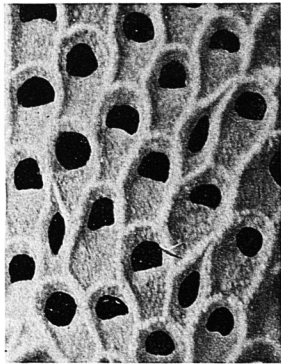




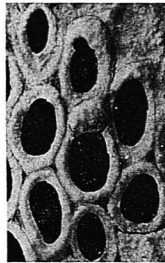
1



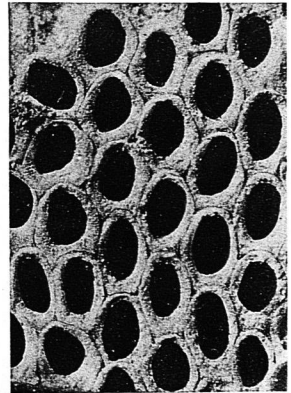
3



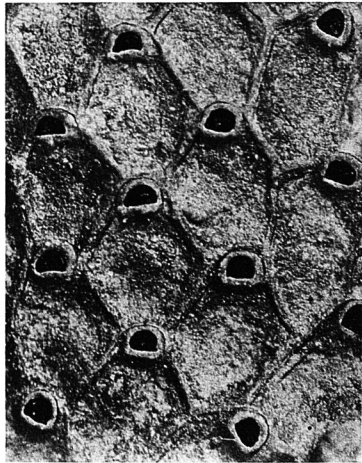
5



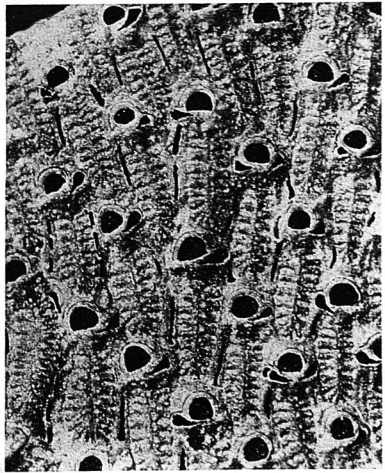
2



4

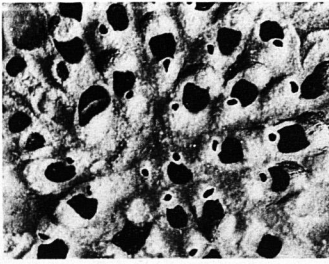


6

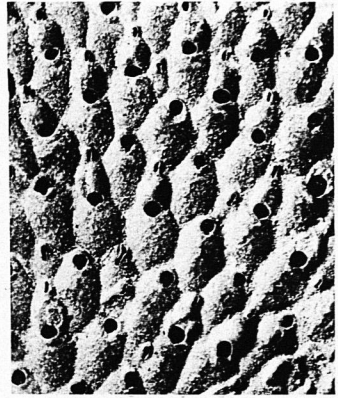


7

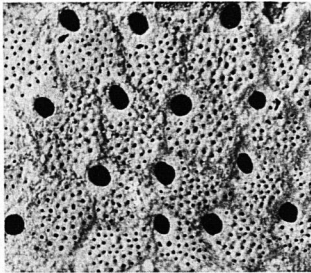




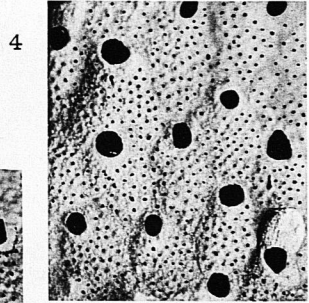
1



2



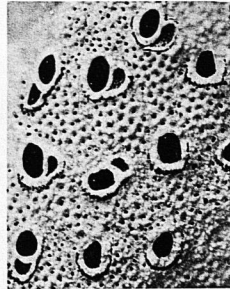
3



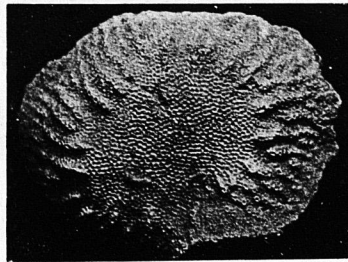
4



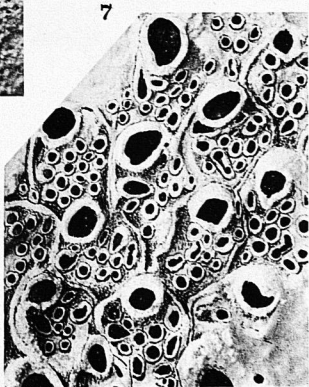
6



5

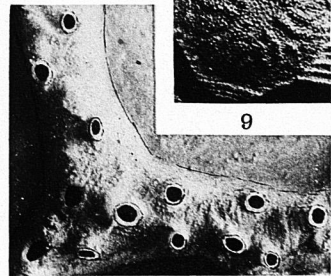
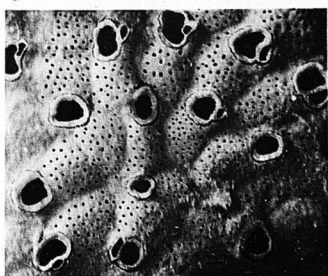
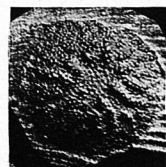
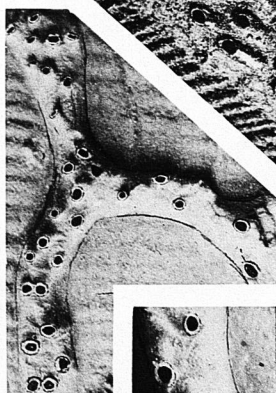
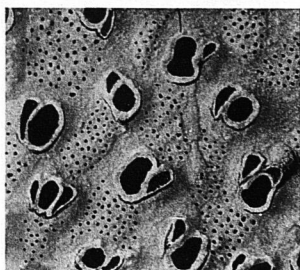
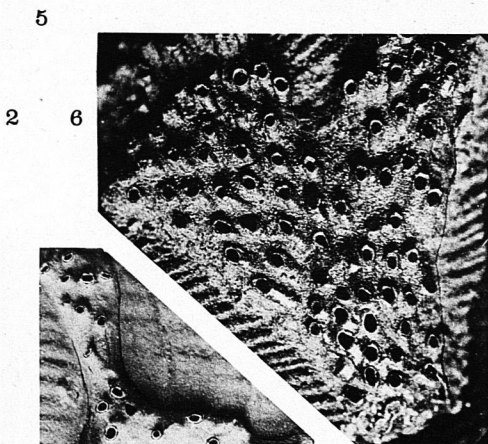
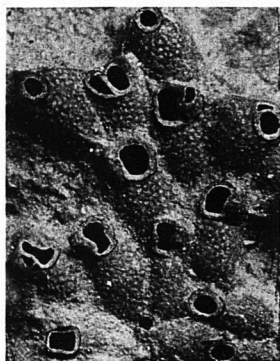
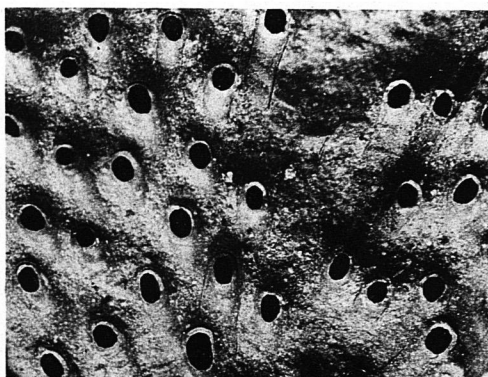
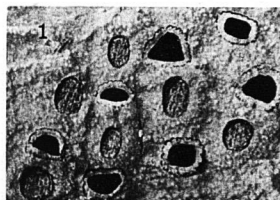


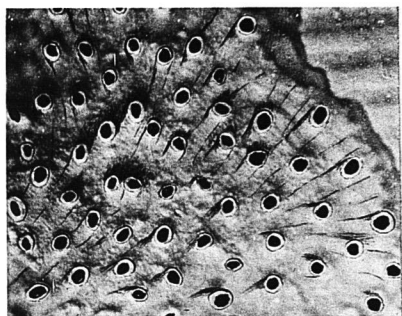
8



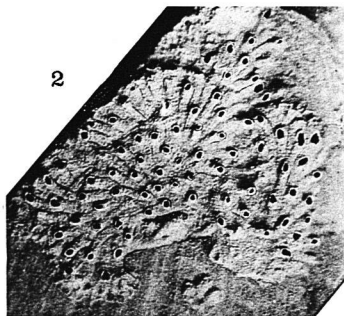
7





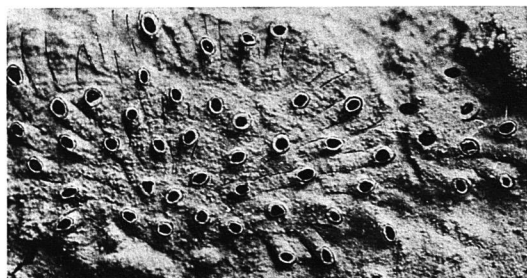


1

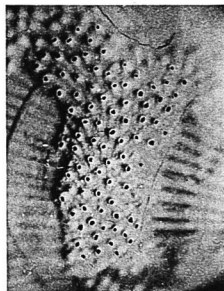


2

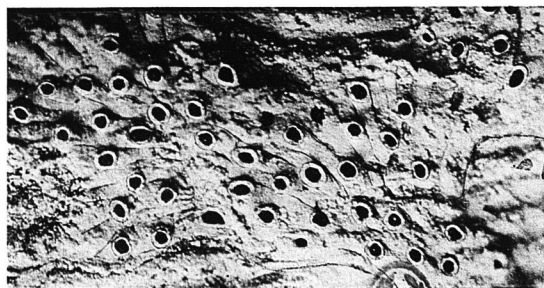
3



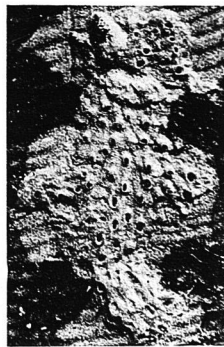
4



5



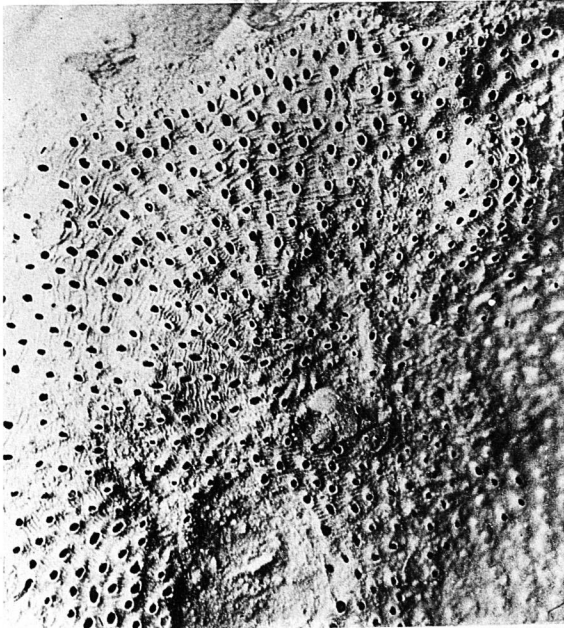
6







1



2

# BAJOCIEN-BATHONIEN DANS LA NIÈVRE <sup>1</sup>

PAR **A. de Grossouvre** <sup>2</sup>.

PLANCHES XIII-XVI

## I. — STRATIGRAPHIE

DE LA LIMITE DU BAJOCIEN ET DU BATHONIEN ET, EN PARTICULIER,  
DE L'OOLITHE FERRUGINEUSE DES ENVIRONS DE VANDENESSE.

### Considérations générales.

Je me propose de revenir sur l'étude stratigraphique et paléontologique de ces couches, dont j'ai déjà donné autrefois <sup>3</sup> une description sommaire, couches qui, dans la Nièvre, se trouvent vers le sommet du Bajocien et la base du Bathonien. J'ai plus particulièrement en vue les dépôts d'oolithe ferrugineuse qui, au pied occidental du Morvan, aux environs d'Isenay, Vandenesse et Saint-Honoré, constituent des gisements fossilifères d'une très grande richesse : à ce titre ils mériteraient d'être l'objet d'une monographie plus étendue et plus complète que ne peut l'être cette simple note.

Tout d'abord il me paraît nécessaire de définir exactement la consistance de l'étage bajocien, d'indiquer les zones qui lui appartiennent et surtout de préciser la position de sa limite supérieure.

L'étage bajocien a été créé par d'Orbigny : dans le « Prodrôme de paléontologie stratigraphique » (I, p. 261) comme dans son « Cours de paléontologie » (II, p. 477) il donne la liste des Ammonites qui s'y trouvent et qui, nous le savons aujourd'hui, se répartissent entre plusieurs zones, dont la plus inférieure est caractérisée par *Am. Murchisonæ* et celle du sommet par *Am. zig-zag*. Il indique d'ailleurs, comme entrant dans son étage bajocien, les marnes et calcaires de Port-en-Bessin qui, précisément, renferment cette dernière Ammonite. La zone caractérisée

1. Note présentée à la séance du 4 novembre 1918.

2. Avec la collaboration de MM. COSSMANN, J. LAMBERT et LISSAJOUS pour la Paléontologie.

3. A. DE GROSSOUVRE. Sur l'oolithe inférieure du bord méridional du Bassin de Paris. *B. S. G. F.*, (3), XIII, 1895, p. 355.

25 décembre 1919.

*Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), XVIII. — 22.

parcelle-ci est considérée actuellement par tous les géologues comme constituant la base du Bathonien. Or, dans ce dernier, dans le 21<sup>e</sup> étage de d'Orbigny, ne sont cités que des Céphalopodes appartenant à ce que nous appelons maintenant le Bathonien supérieur. On voit quelle déformation a déjà subie l'étage bajocien de d'Orbigny. Les détails qu'il donne dans la « Paléontologie française » (Terrains jurassiques, I, p. 606-607), confirment d'ailleurs la définition première.

Il n'est pas sans intérêt de suivre les variations des divers auteurs sur cette question.

En 1856-1658, Opperl (Die Juraformation, p. 299) place la limite inférieure du Bajocien entre la zone de l'*Am. torulosus* et celle de l'*Am. jurensis*, c'est-à-dire plus bas que d'Orbigny. Il cite l'*Am. zig-zag* comme fossile bajocien et cependant il place à la base du Bathonien le calcaire et les marnes de Port-en-Bessin dans lesquels cette Ammonite est cantonnée. Opperl a donc complètement méconnu à ce moment la valeur stratigraphique de la zone à *Am. zig-zag*.

Un peu plus tard, en août 1864, Ch. Mayer<sup>1</sup> a proposé la création d'un nouvel étage, l'Aalénien, constitué par des couches empruntées au Bajocien et au Toarcién.

Celui-ci était considéré par lui comme formé par l'ensemble des subdivisions suivantes (de haut en bas) :

4. Couches de Gingen.
3. Couches de Cheltenham.
2. Couches de Gundershofen.
1. Couches de Boll.

c'est-à-dire par des couches allant de la zone à *Am. opalinus* jusqu'à celle à *Am. Sowerbyi*.

L'étage aalénien a été depuis lors accepté par un grand nombre d'auteurs, chacun d'eux apportant d'ailleurs des modifications différentes à sa définition primitive.

En particulier, en 1892, M. Em. Haug<sup>2</sup> propose d'adopter un étage aalénien, mais dans celui créé par Ch. Mayer il propose de supprimer la partie supérieure, la zone à *Am. Sowerbyi*, et il descend la limite inférieure au-dessous des couches à *Am. radiosus*.

Il considère que l'Aalénien ainsi délimité « peut être groupé avec le Bajocien et le Bathonien en un groupe jurassique moyen ou Dogger ».

1. CH. MAYER. Tab. synchronique des terrains jurassiques.

2. E. HAUG. Sur l'étage Aalénien. C. R. Soc. géol. Fr., p. CLXXIV, 5 déc. 1892.

Par contre, tout récemment, dans son traité de géologie, se basant sur des considérations d'un autre ordre, il rattache l'Aalénien au Lias.

En 1893, Munier-Chalmas et A. de Lapparent, dans leur « Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires » <sup>1</sup>, adoptent « comme c'est l'usage en France » un étage bajocien commençant avec les couches à *Ludwigia Murchisonæ* pour se terminer aux couches à *Cosmoceras Garanti*. « Nous conservons ainsi, disent-ils, l'ancien Bajocien de d'Orbigny » et, sur ce point, ils se trompent puisqu'ils retranchent de cet étage, tel que l'avait défini d'Orbigny, les couches à *Am. zig-zag*, les marnes de Port-en-Bessin.

Ils ajoutent qu'ils sont tout disposés à admettre, avec Ch. Mayer, un étage aalénien comprenant les zones suivantes :

- Zone à *Ludwigia concava*.
- *Ludwigia Murchisonæ*.
  - *Harpoceras opalinum*.
  - *Harpoceras aalense*.
  - *Dumortiera radiosa*.

étage différent de celui de Ch. Mayer et entendu dans le même sens que M. Em. Haug.

M. P. Lemoine dans sa « Géologie du Bassin de Paris » (1911) considère (p. 85) l'Aalénien comme un sous-étage du Bajocien, constitué par la réunion des deux zones à *Harpoceras Murchisonæ* et *Harp. concavum*, c'est-à-dire bien plus restreint que celui de Ch. Mayer. Il conserve d'ailleurs pour le Bajocien la même définition que Munier-Chalmas et de Lapparent.

Cet exposé rapide suffit pour montrer la diversité des opinions sur les limites des étages et des systèmes et aussi les variations d'un même auteur sur ces questions.

Qu'en conclure ? sinon qu'il n'existe pas pour les étages de limites bien marquées, de limites naturelles, de limites qui échappent à l'arbitraire et s'imposent à l'esprit des observateurs. Et c'est là une explication des modifications successives que l'on voit se produire si fréquemment à ce sujet.

Cependant combien d'auteurs ont été et sont encore à la recherche de coupures naturelles ?

Dans cette voie, on a d'abord été tenté de considérer les limites de premier ordre comme coïncidant avec les dates des grands mouvements orogéniques.

1. B. S. G. F., (3), XXI, p. 458.

Puis, dans un ordre d'idées analogues, Hébert a pensé que les limites des étages étaient indiquées dans la série sédimentaire par des lits à surfaces ondulées, ravinées, durcies, perforées, ou par des cordons de nodules, tous accidents correspondant à des lacunes plus ou moins prolongées du phénomène sédimentaire. En particulier, il avait appliqué cette théorie à la classification de la Craie du département de l'Yonne<sup>1</sup>, mais M. Lambert a montré qu'il n'y a pas lieu d'attacher une valeur aussi considérable aux endurcissements et aux tubulures ; il a fait voir que ces accidents se renouvellent souvent à plusieurs niveaux dans le sein d'une assise et il a rappelé qu'Hébert lui-même avait indiqué la recurrence de ces lits durcis à tubulures à diverses hauteurs d'une même zone<sup>2</sup>.

Il me paraît intéressant de citer un exemple typique de ce phénomène, pris en Normandie, précisément pour les étages dont je m'occupe ici.

Dans cette région, aux environs de Bayeux, l'étage bajocien se termine par l'oolithe blanche dont la surface supérieure est durcie, corrodée, couverte d'Huitres, de Thécidées et de Serpules : elle supporte les calcaires et marnes de Port-en-Bessin qui présentent à leur base un banc de calcaire dur, très fossilifère, avec la faune caractéristique du Bathonien inférieur : *Oppelia fusca*, *Parkinsonia wurtembergica*, *Morphoceras polymorphum*, *Perisphinctes zig-zag*, *Perisphinctes Schläenbachi* (*procerus auct. non SEEBACH*). Or, tandis que la masse principale de l'oolithe blanche possède une faune purement bajocienne, ses deux derniers bancs, qui sont au-dessous de la surface durcie et perforée, renferment des fossiles nettement caractéristiques du Bathonien, tels que *Oppelia fusca*, *Parkinsonia wurtembergica*, *Morphoceras polymorphum*, *Perisphinctes Schläenbachi*.

La limite lithologique ne coïncide donc pas ici avec la limite paléontologique.

La méthode d'Hébert ayant été abandonnée, il en a été proposé une nouvelle, basée sur la considération des transgressions et des régressions qui se produisent sur les aires continentales : au fond, si l'on veut bien y réfléchir, c'est à peu près la même thèse reprise avec un langage différent.

A son appui, on a fait valoir les arguments suivants : les

1. HÉBERT. Terrain crétacé du département de l'Yonne. *Bull. Soc. des Sc. hist. et natur. de l'Yonne*, XXX, pp. 15-46, 1876.

2. LAMBERT. Note sur l'étage Turonien du département de l'Yonne. *Bull. Soc. des Sc. hist. et natur. de l'Yonne*, XXXV, pp. 144-173, 1881.

transgressions et les régressions marines sont générales, car elles se produisent simultanément sur toute l'étendue des aires continentales ; en outre, les transgressions, en établissant de nouvelles communications, permettent les migrations des espèces marines et par suite le renouvellement des faunes ; de la sorte, la nouvelle méthode aurait l'avantage de s'appuyer à la fois sur les deux phénomènes, transgressions marines et modifications des faunes. On obtiendrait ainsi une concordance des considérations d'ordre stratigraphique et d'ordre paléontologique.

Tout d'abord il convient de faire cette réserve que les changements dans la composition des faunes, produits par les transgressions marines, ne correspondent pas à une évolution des faunes et c'est ce dernier phénomène seul qui doit servir de base à une classification basée sur la paléontologie. Les migrations de faunes, facilitées par les transgressions, pourront introduire de nouveaux éléments dans la faune d'une région marine déterminée, ou même en modifier complètement le faciès, mais, en définitive, il y aura seulement échange ou substitution de faunes synchroniques. On n'est donc pas en droit de dire qu'il y a concordance entre l'échelle paléontologique et l'échelle des transgressions et des régressions.

Les déplacements des rivages ne sont pas d'ailleurs des phénomènes brusques : ils sont relativement lents et se poursuivent pendant de longues durées ; par suite, il sera toujours possible de faire coïncider un changement de faune avec un certain moment d'une période de transgression.

Il est donc inexact d'affirmer que les apparitions intermittentes, au cours des temps secondaires, de certains groupes d'Ammonites sont en rapport avec de grandes transgressions marines. Cette explication est en opposition complète avec ce fait bien établi que, sur toute la surface du globe, se succèdent régulièrement dans le temps les mêmes groupements d'espèces d'Ammonites. Il semble en effet nettement démontré, au moins d'une manière générale, que partout les mêmes formes apparaissent simultanément.

D'un autre côté, les transgressions et les régressions sont en réalité des phénomènes locaux, même sur les aires continentales : sur celles-ci, dans une certaine région, se produit une transgression, tandis qu'au même moment on constate une régression dans une autre région. C'est ce que j'ai prouvé par de nombreux exemples dans mon chapitre « Essai sur l'histoire de la terre »<sup>1</sup>

1. A. DE GROSSOURE. Recherches sur la Craie supérieure. Stratigraphie, p. 831 et suiv., 1901.

où j'ai développé les idées résumées dans ma note de 1894<sup>1</sup>.

Au défaut de généralité du phénomène de transgression sur les aires continentales, je puis ajouter une nouvelle preuve que j'emprunte précisément aux temps oolithiques.

Vers la fin de l'époque liasique, on constate, dans les Iles britanniques et en Normandie, une série d'oscillations des rivages : elles sont accusées par l'intercalation, au milieu de dépôts marins, de couches d'estuaires ou de sédiments lacustres, ailleurs par des ravinements et même par la disparition complète de certaines zones.

A ce moment, à l'autre extrémité de l'aire continentale européenne, région entièrement exondée depuis la fin des temps triasiques, commence à se dessiner une transgression qui amène la mer sur les bords du massif de la Bohême et jusqu'en Pologne : elle y dépose des sédiments sableux qui appartiennent à la zone à *Inoceramus polyplotus* (partie supérieure du Lias).

Dans l'Ouest de l'Europe l'ensemble des sédiments qui se sont succédé au cours des temps oolithiques accusent par leur nature (calcaires coralliens, marnes à Ostracées) des dépôts de mers de moins en moins profondes à mesure que l'on approche de la fin de l'époque jurassique ; celle-ci se termine par une émerision presque générale.

A l'Est au contraire, l'envahissement de la plateforme russe prend de plus en plus d'extension : le Callovien déborde le Bathonien et lorsque, vers la fin de la période jurassique, le Nord de la France est complètement exondé et à l'état continental, en Russie le régime marin continué à persister et, dans la région de la Petschora à la Volga, les sédiments marins infracrétacés succèdent en continuité à ceux du Jurassique.

Citons encore ce fait de détail qui met bien en évidence l'opposition des deux extrémités de l'aire continentale européenne : en Russie, vers la fin des temps calloviens, la mer arrive jusqu'à Moscou, région restée jusque-là émergée et où les couches calloviennes supérieures reposent directement sur le Carboniférien moyen. Au même moment, à l'extrémité Ouest, sur la bordure méridionale du bassin de Paris, on constate des lacunes que j'ai eu l'occasion de signaler à diverses reprises.

On voit donc qu'au cours des derniers temps jurassiques l'aire continentale européenne a été affectée par une série de mouvements de bascule : à l'Ouest il y a eu tendance à l'émerision et à l'Est tendance à l'affaissement.

1. A. DE GROSSOUVRE. Sur les relations entre les transgressions marines et les mouvements du sol. *C. R. Ac. Sc.*, 5 février 1894, 1894r

Un mouvement en sens inverse s'affirme vers le début des temps infracrétacés : à l'Ouest, la mer revient progressivement sur les territoires qu'elle avait abandonnés, tandis qu'à l'Est on observe une lacune entre le Valanginien et le Barrémien, ce dernier reposant directement sur le premier, par suite de l'absence de l'Hauterivien, ou même débordant sur un niveau quelconque du Jurassique supérieur.

D'un autre côté, si l'on tient compte de l'énorme épaisseur de sédiments entassés pendant la période jurassique dans la fosse du Bassin de Paris, l'étude des conditions bathymétriques de leur dépôt démontre qu'il y avait là une dépression soumise à un mouvement d'enfoncement progressif, alors que les régions voisines étaient stables ou étaient surélevées.

On ne peut donc voir dans les transgressions et les régressions des mouvements purement eustatiques, entendus dans le sens de Suess. L'aire continentale européenne ne constituait pas une masse absolument rigide, soumise à un rythme plus ou moins régulier de transgressions et de régressions. Elle a subi, au cours des temps géologiques, des déformations par suite desquelles certaines de ses parties ont éprouvé des mouvements de sens contraire, les unes s'affaissant et les autres émergeant. L'examen des cartes paléographiques, correspondant à diverses dates successives, le montre non moins nettement : on peut y remarquer que les invasions marines occupent sur les soubassements continentaux des emplacements qui varient d'une date à une autre et qui par conséquent mettent en évidence les changements de la topographie continentale.

C'est ce que j'exprimais en 1894<sup>1</sup> en disant qu'à une phase positive dans une région correspond une négative dans une autre et que l'on peut même établir qu'il existe, à ce point de vue, un contraste constant entre certaines aires de la surface du globe.

Je citais à l'appui de cette règle de nombreux exemples empruntés aux temps secondaires et je montrais qu'à chaque mouvement orogénique qui s'était produit dans la région alpine correspondaient des transgressions,

Mais je n'ai pas voulu dire par là qu'il y avait opposition absolue entre les aires continentales et les géosynclinaux et que les transgressions sur les unes étaient compensées par des régressions sur les autres. Plus tard, j'ai prouvé<sup>2</sup> au contraire qu'à certains

1. A. DE GROSSOUVRE. Sur les relations entre les transgressions marines et les mouvements du sol. *C. R. Ac. Sc.*, 5 février 1894, 1894.

2. A. DE GROSSOUVRE. Stratigraphie de la craie supérieure, pp. 837 et suiv., 1901.



moments des mouvements de même sens se constatent à la fois sur les aires continentales et dans les zones de plissements, c'est-à-dire dans les géosynclinaux : mais, les transgressions et les régressions devant être attribuées à des mouvements du sol, il est naturel que les plissements, qui se produisent plus intenses dans les géosynclinaux, aient eu comme contre-coup des transgressions plus ou moins étendues sur certaines parties des aires continentales.

Est-il vrai que les transgressions correspondent à des modifications plus accentuées dans la composition des faunes marines ? On le dit, on l'imagine, mais je n'en vois nulle part la démonstration par les faits observés.

Que dans l'Ouest de l'Europe, où une lacune prolongée sépare le dépôt des derniers sédiments marins de celui des premiers sédiments infracrétacés, il y ait une différence profonde entre les faunes directement superposées, il n'y a là rien d'étonnant. C'est un phénomène purement local, correspondant à une longue interruption de la sédimentation, dont la durée a nécessairement entraîné une transformation profonde des faunes.

Au contraire, dans les régions à sédimentation ininterrompue, dans le Sud de la France, par exemple, ou en Russie, nulle part on ne constate, entre deux zones successives jurassiques ou infracrétacées, de différences spécialement marquées ; partout l'évolution a marché régulièrement, et on en trouve la preuve dans les polémiques qui ont eu lieu sur le niveau où l'on devait placer, dans cette série sédimentaire continue, la coupure entre le Jurassique et l'Infracrétacé.

En fait, les différences entre les faunes de deux zones successives sont toujours de même ordre, aussi bien quand il s'agit de celles qui se trouvent de part et d'autre de coupures correspondant à deux séries, à deux systèmes ou à deux étages, que de celles situées à une hauteur quelconque des formations sédimentaires.

C'est pourquoi on ne saurait trop s'élever contre cette tendance, aujourd'hui si fréquente et cependant si peu justifiée, de modifier la composition des étages, de multiplier ceux-ci et d'introduire de nouveaux noms plus ou moins bien choisis. On arrive ainsi à compliquer indéfiniment la terminologie, à tel point que la lecture des ouvrages de géologie devient inintelligible, à moins d'avoir sous la main un répertoire constamment tenu à jour.

Nous sommes ainsi conduits à cette conclusion que dans la chronologie géologique la véritable unité est la zone paléontologique et encore celle-ci peut-elle être envisagée d'une manière

plus ou moins large, suivant l'évolution plus ou moins rapide des faunes utilisées pour l'établissement de l'échelle chronométrique.

Le groupement des zones en étages et en systèmes est une pure question d'accolade, absolument arbitraire, absolument subjective.

Les modifications des faunes de deux zones successives résultent de l'extinction d'un certain nombre de formes, des transformations de certains types et enfin de l'apparition inattendue de nouveaux types appartenant à des familles, à des genres jusque-là non représentés.

Arrêtons-nous sur cette arrivée de formes aberrantes, de formes *cryptogènes*, comme les a nommées Neumayr <sup>1</sup> dans le mémoire où il a étudié la succession des diverses espèces de Céphalopodes dans le Jurassique de l'Europe.

Comment interpréter ce phénomène ? faut-il y voir une justification de la théorie des créations successives ? ou bien admettre que les formes ancestrales de ces types cryptogènes habitaient des régions encore inconnues.

Evidemment la théorie du renouvellement successif et intégral des faunes n'est pas soutenable, car nous constatons souvent que diverses espèces traversent sans modifications appréciables un certain nombre de zones ; d'autres au contraire sont remplacées par des formes affines qui semblent en dériver directement. Mais il n'en reste pas moins incontestable que nous rencontrons assez fréquemment de nouvelles formes qu'il est impossible de rattacher à des espèces plus anciennes.

Faut-il admettre que les formes ancestrales existent cependant, mais qu'elles ont jusqu'à ce jour échappé à l'observation ?

Cette hypothèse, qui n'est au fond qu'un aveu d'ignorance, est contredite par les progrès des observations géologiques. Au fur et à mesure que de nouvelles régions sont explorées on voit augmenter le nombre des types cryptogènes : je n'en citerai que deux exemples empruntés à des travaux récents.

L'examen des fossiles liasiques de Madagascar a fait découvrir à notre regretté confrère Thevenin <sup>2</sup> une nouvelle espèce, abondamment représentée dans un certain nombre de gisements de cette île, pour laquelle il a créé le genre *Bouleiceras* : elle est caractérisée par des cloisons très simples, à selles arrondies, qui ont une certaine analogie avec celles des Cératites.

1. NEUMAYR. Ueber unvermittelt auftretende Cephalopodentypen im Jura Mitteleuropas. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt*, 28 Band, 1 Heft., 1878.

2. A. THEVENIN. Sur un genre d'Ammonites du Lias de Madagascar. *B. S. G. F.*, (4), VI, p. 471, 1906. — Paléontologie de Madagascar. Fossiles liasiques. *Ann. de Pal.*, III, fasc. 3, p. 105-143, 1908.

Tout dernièrement M. H. Douvillé<sup>1</sup>, étudiant la série de fossiles rapportée par M. Couyat-Barthoux, à la suite de ses explorations à l'Est de l'Isthme de Suez, a décrit sous le nom *Tamboceras mirum* une espèce bajocienne aberrante, caractérisée par sa région siphonale bicarénée.

Ainsi le développement des observations géologiques, loin d'arriver à nous faire découvrir les ancêtres des formes cryptogènes, multiplie au contraire le nombre de celles-ci. Le problème se complique et la solution s'éloigne.

On a souvent attaché, au point de vue de la classification, une grande importance à cette arrivée de types cryptogènes : on a soutenu que leur apparition subite concordait avec le maximum des transgressions marines et permettait seule d'établir des coupures naturelles, non arbitraires et conventionnelles, et qu'il n'y avait pas lieu de prendre en considération les extinctions de certaines formes, ou même de certaines familles.

Pourtant, je vois le même auteur, qui a préconisé cette méthode, rattacher au Lias les premières zones du Bajocien de d'Orbigny parce qu'elles renferment encore des représentants de genres d'Ammonitidés liasiques et faire coïncider avec leur disparition la coupure entre le Lias et l'Oolithe, alors que logiquement il aurait dû la placer au moment de l'arrivée du genre cryptogène *Sonninia*, et par conséquent la maintenir au point où l'avait placée d'Orbigny.

Je crois donc qu'il est préférable de ne pas poser de règles trop rigides. Il semble cependant que certaines limites de premier ordre sont assez nettement indiquées par l'extinction de groupes importants de fossiles : ainsi la fin de l'ère primaire correspond à la disparition de l'ordre des Trilobites et celle de l'ère secondaire à la disparition des Ammonitidés, des Bélemnitidés, des Hippurites et des Radiolites.

En ce qui concerne l'étage bajocien, je suis tout disposé à revenir en arrière et à l'admettre tel qu'il était généralement compris en France, tel que l'ont précisé, en 1894, Munier-Chalmas et de Lapparent, manière de voir qui malheureusement ne concorde pas avec la définition de d'Orbigny.

En particulier je considérerai comme zone supérieure du Bajocien celle qui est désignée sous le nom de zone à *Am. Garanti* : elle est caractérisée par l'apparition des premiers *Cosmoceras*, des *Parkinsonia*, des *Perisphinctes*, des représentants du nouveau genre *Bigotites*<sup>2</sup> récemment créé par M. Nicolesco, des *Morpho-*

1. H. DOUVILLÉ. Les terrains secondaires dans le massif du Moghara. *Mém. Ac. Sc.*, LIV, 2<sup>e</sup> série, 1916.

2. Ce genre est, je crois, apparu un peu plus tôt.

ceras, des *Lissoceras* : il est à remarquer qu'elle renferme un nombre important de genres cryptogènes et que si l'on voulait appliquer la règle que je citais, il faudrait placer cette zone non au sommet mais à la base d'un étage.

M. Brasil <sup>1</sup>, à la suite de recherches minutieuses faites à la carrière de Sully près Bayeux, a montré que dans l'oolithe ferrugineuse qui constitue cependant un dépôt d'une bien faible épaisseur, souvent réduite à 30 cm., on pouvait distinguer une série de niveaux caractérisés chacun par une faune propre :

A la base, le niveau de conglomérats que j'avais <sup>2</sup> signalé en 1892, où se trouve à l'état remanié la faune de la zone à *Am. Sauzei*, tandis que la faune propre de ce niveau est celle de la zone à *Am. Blagdeni*.

Au-dessus commence la zone dite à *Am. Garanti* dans laquelle on peut séparer trois niveaux :

1<sup>o</sup> En bas un niveau caractérisé par la présence de *Cosmoceras niortense* et *C. subfurcatum* et l'absence des *Parkinsonia*. La faune se compose notamment de :

<i>Oppelia subradiata</i> Sow.	<i>Cosmoceras subfurcatum</i> ZIET.
<i>Œkotraustes genicularis</i> WAAG.	<i>Perisphinctes Martiusi</i> D'ORB.
<i>Strigoceras Truellei</i> D'ORB.	<i>Cœloceras Deslongchampsii</i> D'ORB.
<i>Lissoceras oolithicum</i> D'ORB.	<i>Sphæroceras Brongniarti</i> Sow.

M. Brasil y signale en outre *Cosmoceras Garanti* et formes alliées je serais assez disposé à croire que le véritable *C. Garanti* n'existe pas encore à ce niveau, ainsi qu'on l'a constaté dans d'autres régions.

2<sup>o</sup> Le niveau suivant est caractérisé par l'absence de *Cosmoceras subfurcatum* et l'apparition des *Parkinsonia*. On y trouve :

<i>Phylloceras heterophylloïdes</i> OPP.	<i>Lissoceras oolithicum</i> D'ORB.
<i>Lyloceras Eudesi</i> D'ORB.	— <i>psilodiscus</i> SCHLÖENB.
<i>Oppelia subradiata</i> D'ORB.	<i>Cosmoceras Garanti</i> D'ORB.
<i>Œkotraustes genicularis</i> WAAG.	— <i>Caumonti</i> D'ORB.
<i>Cadomoceras cf. cadomense</i> D'ORB.	<i>Parkinsonia Parkinsoni</i> D'ORB.
<i>Strigoceras Truellei</i> D'ORB.	<i>Perisphinctes Martiusi</i> D'ORB.
	<i>Cœloceras linguiferum</i> D'ORB.

3<sup>o</sup> Le niveau supérieur contenant peu d'oolithes ferrugineuses est caractérisé par l'apparition des *Morphoceras*. M. Brasil cite à ce niveau *M. polymorphum* : il doit y avoir là une erreur d'impression ou un lapsus, car cette espèce ne se montre que plus haut. Il s'agit évidemment du *M. dimorphum*.

1. Observations sur le Bajocien de Normandie. *Bull. du Laboratoire de géologie de la Faculté des Sciences de Caen*, année 1895, 1895.

2. A. DE GROSSOUVRE. Observations sur la coupe de Bayeux. *B. S. G. F.*, (3), XX, p. xix, 1892.

La faune comprend :

<i>Oppelia subradiata</i> Sow.	<i>Parkinsonia Parkinsoni</i> Sow.
<i>Œkotraustes genicularis</i> WAAG.	<i>Cosmoceras Caumonti</i> D'ORB.
<i>Cadomoceras cadomense</i> D'ORB., très commun.	<i>Perisphinctes Martiusi</i> D'ORB.
<i>Strigoceras Truellei</i> D'ORB.	<i>Cæloceras linguiferum</i> D'ORB., très abondant.
<i>Lissoceras oolithicum</i> D'ORB.	<i>Morphoceras Defrancei</i> D'ORB.
— <i>psilodiscus</i> SCHLOENB.	— <i>dimorphum</i> D'ORB.

L'oolithe blanche contient peu de Céphalopodes : *Parkinsonia Parkinsoni*, *Oppelia subradiata* et se termine par deux bancs durs qui renferment déjà la faune du Bathonien inférieur, notamment *Oppelia fusca*, *Parkinsonia wurtembergica* et *Perisphinctes Schloenbachi* (= *procerus* auct) : cette faune<sup>1</sup> est caractérisée principalement par la substitution à *Oppelia subradiata* et *Œkotraustes genicularis* de deux mutations, *Op. fusca* et *Œk. serri-gerus*, l'apparition d'une nouvelle espèce de *Parkinsonia*, *P. wurtembergica*, celle de nouvelles formes de *Perisphinctes* appartenant au groupe du zig-zag (*Procerites*) et le remplacement de *Morphoceras dimorphum* par *M. polymorphum*.

#### Oolithe ferrugineuse des environs de Vandenesse.

J'arrive maintenant à la description des couches de la région d'Isenay, Vandenesse, Saint-Honoré et Moulins-Engilbert.

On a autrefois exploité dans cette région des gisements de minerai de fer oolithique : l'extraction avait lieu à ciel ouvert sur le plateau au Sud de Vandenesse et par puits et galeries aux environs d'Isenay. Ce minerai était traité anciennement dans des usines du voisinage dont l'une, à Vandenesse même, était établie sur la rivière de la Drague ; l'autre était à Chèvre, à deux kilomètres au Sud de Vandenesse, sur le ruisseau de la Chèvre venant de Préporché, ruisseau alimenté par l'étang de Chèvre aujourd'hui desséché.

En 1837 le haut fourneau et la forge de Vandenesse produisaient environ 600 000 kg. de fer.

Ces usines furent arrêtées vers 1860, mais l'exploitation du minerai fut continuée par la Société de Châtillon-Commentry et ne cessa définitivement que quelques années après 1873.

Voici deux analyses de ce minerai qui m'ont été aimablement communiquées par M. Léon Lévy, directeur de la Compagnie des forges de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons.

1. A laquelle il y a lieu d'ajouter *Morphoceras polymorphum* et *Lissoceras psilodiscus* qui se trouvent aussi dans ces deux bancs.

<i>Minerai d'Isenay.</i>		<i>Mineraide Vandenesse.</i>	
Silice .....	11,50	Silice.....	10 %
Alumine .....	6,86	Alumine .....	10
Chaux .....	16,00	Chaux.....	10
Fer.....	32,00	Fer.....	35
Oxygène du peroxyde.	13,71		
Manganèse.....	néant		
Acide phosphorique...	4,00(Ph. = 1,72).		
Soufre .....	0,19		
Perte au feu.....	16,50		
	<hr/>		
	100,76		

Le poids du mètre cube était d'environ 1 700 kg.

### Isenay.

L'exploitation du minerai, puis son débouillage dans le patouillet du Moulin de Denays, m'ont permis de recueillir de nombreux fossiles de ce gisement et mes récoltes ont été complétées par celles que m'a données mon regretté confrère et ami Georges Le Mesle et par un envoi des exploitants.

La faune ainsi recueillie se compose surtout de nombreux Céphalopodes dont les uns appartiennent à la zone supérieure de l'étage bajocien, tandis que d'autres sont caractéristiques de la zone inférieure du Bathonien et, en outre, un certain nombre communs à ces deux étages.

Y a-t-il là un véritable mélange, dans la même couche, de deux faunes partout ailleurs nettement séparées? ou bien ce mélange provient-il de cette circonstance que le gisement exploité comprenait deux niveaux avec deux faunes distinctes?

Dans une correspondance que j'ai eue à ce sujet avec mon confrère et ami Peron, je lui avais exprimé cette dernière opinion, mais dans son mémoire posthume<sup>1</sup> il a regardé cette manière de voir comme une hypothèse restant à démontrer.

Cependant il a lui-même fourni des arguments en faveur de mon opinion. En particulier il a fait remarquer (*loc. cit.*, pp. 219 et suiv.) que, dans des localités voisines de Vandenesse existent des gisements où manquent complètement les espèces caractéristiques du Bathonien que l'on trouve à Isenay.

Il cite (*loc. cit.*, p. 224) le gisement de Commagny, à quelques kilomètres au Nord d'Isenay, où une oolithe ferrugineuse très

1. L'oolithe ferrugineuse du Bajocien dans l'Yonne et autour du Morvan, par M. A. Peron avec la collaboration de Dom Aurélien Valette. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 2<sup>e</sup> semestre 1909, pp. 209-252.

fossilifère n'offre qu'une faune purement bajocienne : *Oppelia fusca* QU. sp., *Cosmoceras Garanti* D'ORB. (très fréquent), *C. cf. subfurcatum* ZIET. (considéré comme synonyme de *C. niortense*), *Parkinsonia ferruginea* OPP., *Perisphinctes Martiusi* D'ORB., *Strigoceras Truelli* D'ORB.

Je fais toutes réserves sur les déterminations d'*Oppelia fusca* et de *Perisphinctes Martiusi*. La première de ces espèces, souvent en échantillons d'individus jeunes, demande une certaine attention pour être distinguée d'*Oppelia subradiata*. Je n'ai jamais recueilli la seconde dans la région d'Isenay et Vandenesse et j'ai vérifié qu'on a souvent donné son nom à des échantillons qui doivent être rapportés au genre *Bigotites* récemment établi par M. Nicolesco.

Par contre, ce qui est important et ce que fait remarquer Peron (*loc. cit.*, p. 225), c'est l'absence complète de *Morphoceras polymorphum*, *M. pseudo-anceps*, *Perisphinctes procerus* (*auct. non* SEEBACH) et *Zigzagoceras zig-zag*, fossiles d'une détermination facile et qui ne descendent jamais au-dessous du Bathonien.

La même observation s'applique à toute une série de gisements de la Nièvre étudiés par Peron : environs de Prémery (p. 226), de Tannay (p. 227), de Teigny (p. 229), de Nuars et de Saint-Aubin-des-Chaumes (pp. 233, 234 et 235) où existent les espèces typiques du Bajocien supérieur, tels que *Cosmoceras Garanti* et *C. subfurcatum* (ce dernier considéré comme synonyme de *C. niortense*) et où manquent celles qui caractérisent la base du Bathonien.

Les seules exceptions signalées par Dom Aurélien Valette pour le gisement de Saint-Aubin (p. 239) et celui de la Tour du Pré (Yonne) (p. 245), en raison de la présence de *Morphoceras polymorphum* doivent être l'objet d'une réserve<sup>1</sup>. D'abord la présence dans une carrière voisine de Saint-Aubin-des-Chaumes, d'un unique échantillon de cette espèce, en compagnie de *Parkinsonia Parkinsoni*, seuls Céphalopodes cités, n'entraîne pas la conclusion qu'on a affaire à un gisement bajocien : je serais plutôt disposé à le classer dans le Bathonien sur le vu de ces deux fossiles.

A La Tour du Pré *Morphoceras polymorphum* est au contraire cité avec des espèces nettement et uniquement bajociennes, ce qui a lieu de surprendre. Les fossiles de ce gisement sont répartis sur 1 m. d'épaisseur : ne pourrait-on supposer que *M. polymorphum* n'habite pas le même niveau que les autres ? La question aurait besoin d'être examinée à ce point de vue.

1. Peut-être aussi y a-t-il eu erreur de détermination et confusion du *M. polymorphum* avec le *M. dimorphum* ?

Moi-même j'ai signalé, en 1885<sup>1</sup>, la présence aux environs de Saint-Benin d'Azy de deux couches d'oolithe ferrugineuse, l'une placée immédiatement au-dessus du calcaire à Entroques et renfermant une faune bajocienne, l'autre au-dessus d'argiles bleues qui la séparent de la première et où se trouve une faune purement bajocienne. Je dois faire remarquer ici que la liste de fossiles que j'ai donnée de cette dernière est à reviser, point sur lequel je reviendrai plus loin.

Peron dit qu'il n'a pu retrouver ces deux niveaux. S'il m'avait demandé des renseignements avant d'aller visiter cette région, j'aurais pu lui donner des indications suffisantes pour lui permettre de les observer.

Je dois rappeler à cette occasion que le niveau fossilifère du Bathonien inférieur avait déjà été signalé par Ebray<sup>2</sup> aux environs de Saint-Benin d'Azy, surmontant des couches marneuses auxquelles il donnait à tort le nom de « terre à foulon », car elles renferment une faune bajocienne, et qui sont terminées par un banc perforé. Il n'y a pas bien longtemps j'ai eu l'occasion de revenir dans cette région et j'ai pu rencontrer de nouveaux affleurements de l'oolithe ferrugineuse bathonienne.

Ebray (*loc. cit.*, p. 259) indique que, dans certaines directions l'assise, qu'il appelle terre à foulon, diminue d'épaisseur de sorte que la couche ferrugineuse qui repose sur celle-ci tend à se souder avec celle qui surmonte directement le calcaire à Entroques : nouvel argument à l'appui de mon opinion et cette démonstration sera complétée par les observations que j'ai pu faire récemment dans la région de Vandenesse.

On a donc commis pour le gisement d'Isenay la même erreur qu'autrefois pour les couches d'oolithe ferrugineuse de Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or) où l'on a cru qu'il y avait un mélange d'Ammonites calloviennes et oxfordiennes.

J'ai montré<sup>3</sup> que les mélanges anormaux d'espèces, signalés dans certains gisements, étaient le résultat soit d'observations incomplètes, soit de fausses déterminations.

Je suis encore en désaccord avec Peron sur divers détails. Par exemple (*loc. cit.*, p. 226) il dit que *Terebratula Ferryi* et *Aulacothyris carinata* manquent à Isenay ou y sont très rares, alors que j'ai recueilli un certain nombre de bons échantillons de ces espèces, bien typiques, et pour lesquels il ne peut y avoir

1. A. DE GROSSOURE. L'oolithe inférieure du bord méridional du bassin de Paris. *B. S. G. F.*, (3), XIII, pp. 335-411, 1885.

2. EBRAY. Études géologiques sur le département de la Nièvre, p. 256, 1858.

3. A. DE GROSSOURE. Stratigraphie de la craie supérieure, p. 28, 1901.



aucune hésitation sur leur détermination. Par contre il cite *Zigzagiceras zigzag* comme fréquent. Or, il est excessivement rare à Isenay ; il est vrai qu'il est assez fréquent près de Vandenesse, dans les carrières du Mousseau dont je vais parler plus loin : c'est probablement, faute de précision dans la rédaction, qu'il a attribué au gisement d'Isenay les observations qu'il avait faites au Mousseau.

Les fossiles prédominants dans l'oolithe ferrugineuse d'Isenay sont d'abord les rostrés de Bélemnites, puis les échantillons d'*Am. Garanti* : ces fossiles constituaient certainement à eux seuls, comme nombre, les quatre cinquièmes de la récolte que l'on pouvait faire.

Voici la liste des fossiles d'ISENAY :

<i>Oppelia subradiata</i> D'ORB.	<i>Megateuthis gigantea</i> SCHLOTHEIM.
— <i>fusca</i> QUENST.	<i>Belemnopsis wurtembergica</i> OPP.
— <i>nivernensis</i> nov. sp.	— <i>terminalis</i> PHILLIPS.
<i>Œkotraustes genicularis</i> WAAGEN.	— <i>fusiformis</i> PARK.
— <i>serrigerus</i> WAAGEN.	— <i>verciasensis</i> LISSAJ.
<i>Hecticoceras princevum</i> sp. nov.	— <i>subblainvillei</i> SCH.
<i>Strigoceras Truelli</i> D'ORB.	— <i>apiciconus</i> BLAINV.
<i>Lissoceras psilodiscus</i> SCHLOENB.	<i>Terebratula Favrei</i> BAYLE.
— <i>oolithicum</i> D'ORB.	— <i>Helena</i> BAYLE.
<i>Cosmoceras Garanti</i> D'ORB.	— <i>globata</i> SOWERBY.
— <i>minimum</i> WETZEL.	— <i>sphæroidalis</i> SOW.
<i>Parkinsonia Parkinsoni</i> SOW.	— <i>conglobata</i> DESLONG.
— <i>ferruginea</i> OPP.	— sp. (plusieurs).
— <i>postera</i> v. SEEB.	<i>Zeilleria Waltoni</i> DAVIDSON.
<i>Bigolites Thevenini</i> NICOLESCO.	— <i>cadomensis</i> DESL.
— <i>Haugi</i> NICOLESCO.	— <i>emarginata</i> SOW.
— <i>Nicolescoi</i> sp. nov.	<i>Aulacothyris carinata</i> LAMK.
<i>Procerites zig-zag</i> D'ORB.	<i>Rhynchonella bugaysiensis</i> RICHE.
— <i>Schlœnbachi</i> DE GROSS.	— <i>acuticosta</i> ZIETEN.
<i>Perisphinctes aurigerus</i> OPPEL.	— <i>angulata</i> SOW.
<i>Morphoceras polymorphum</i> D'ORB.	— sp. (plusieurs).
— <i>sulcatum</i> HEHL.	<i>Acanthothyris spinosa</i> SOW.
— <i>pseudo-anceps</i> DOUVILLÉ.	<i>Pygorhytis ringens</i> AGASS.
— <i>transylvanicum</i> SIMIONESCU.	— <i>ovalis</i> LESKE.
<i>Cadomites</i> cf. <i>rectelobatus</i> v. HAUER.	<i>Discocyathus Eudesi</i> MICHELIN.
— <i>linguiferus</i> in POPOVICI-HATZEG (non D'ORB.)	<i>Trochocyathus intermedius</i> FROM. et FERRY.
<i>Patoceras subannulatum</i> D'ORB.	— <i>Magnevillei</i> MICHEL.
<i>Nautilus</i> sp.	— <i>calcar</i> FROM. et FERRY
	<i>Dicroloma Phillipsi</i> D'ORB.
	<i>Spinigera longispina</i> DESL.
	<i>Alaria Phillipsi</i> D'ORB.
	<i>Purpurina Bellona</i> D'ORB.

- Purpurina inflata* TAWNEY.  
 — *aspera* HUDLESTON.  
*Eucycloïdea Bianor* D'ORB.  
*Procerithium bajocense* GREPPIN.  
 — *granulatocostatum* MUNST.  
 — *scalariforme* DESH.  
 — *bajocense* GREPPIN.  
 — *tetratæniatum* COS.  
*Ampullospira bajocensis* D'ORB.  
*Terebella Valettei* COSSM.  
*Pseudomelania procera* DESL.  
 — *turris* DESL.  
*Eucyclus Belia* D'ORB.  
 — *Orbignyanus* HUDLESTON.  
*Risselloïdea bajocica* COSSM.  
*Ampullospira bajocensis* D'ORB.  
*Amphitrochus duplicatus* SOW.  
*Pleurotomaria Alcibiades* D'ORB.  
 — *subelongata* D'ORB.  
 — *Amyntas* D'ORB.  
 — *circumsulcata* DES.  
 — *conoïdea* DESL.  
 — *cf. bessina* D'ORB.
- Alectronya Marshi* SOW.  
 — *asellus* MERIAN.  
*Liogryphæa Phædra* D'ORB.  
 — *sandalina* GOLDF.  
*Chlamys virgulifera* PHILL.  
*Æquipecten Hedonia* D'ORB.  
*Entolium Silenus* D'ORB.  
*Limatula gibbosa* COSSM.  
*Plagiostoma Schimperi* BRANCO.  
*Oxytoma Munsteri* BRONN.  
*Parallelodon nuarsense* COSSM.  
*Trigonia lineolata* AGASS.  
*Trigonopsis Rogei* COSSM.  
*Astarte subtrigona* MUNST.  
 — *Valettei* COSSM.  
*Isocyprina cf. dolabra* PHILL.  
*Pleuromya tenuistria* MUNST.  
 — *obtusa* AGASS.  
 — *cf. Jurassi* BRONG.  
*Pholadomya angustata* SOW.  
 — *Muschisoni* SOW.  
*Gresslya abducta* PHILL.  
*Thracia Greppini* COSSM.  
 Vertèbre caudale d'Ichtyosaure.

L'examen de cette liste suggère immédiatement quelques observations préliminaires. D'abord on constate, comme je l'ai dit précédemment, l'association d'espèces d'Ammonites occupant partout ailleurs des niveaux bien distincts, tels que *Cosmoceras Garanti* et *Procerites zig-zag*, avec des formes qui vont du Bajocien dans le Bathonien. On peut y remarquer en outre que, dans le groupe des *Cosmoceras*, font défaut les *C. niortense* et *C. subfurcatum* qui habitent un niveau inférieur à celui du *C. Garanti*. On est ainsi conduit à admettre l'absence — dans l'oolithe ferrugineuse d'Isenay — du niveau inférieur de la zone supérieure du Bajocien. Je dois dire cependant que j'y ai rencontré quelques échantillons de *C. subfurcatum*, mais en mauvais état de conservation, encroûtés d'oxyde de fer et provenant évidemment d'un remaniement de couches plus anciennes.

#### Environs du Morillon : gisement de la Chalotte.

Les fossiles de ce gisement portent dans certaines collections comme étiquette de provenance « Le Morillon » : en réalité les carrières qui les ont fournis se trouvaient au voisinage de la

ferme de la Chalotte (L'Échalotte sur la Carte d'État-Major) : elles étaient échelonnées le long de la route de Saint-Honoré à Moulins-Engilbert. Activement exploitées, il y a une trentaine d'années, elles sont depuis longtemps complètement abandonnées et les éboulements ne permettent plus d'observer avec netteté la succession des couches. Cependant, lors d'une excursion récente, j'ai pu trouver un point où elle apparaît encore. On y voit de haut en bas :

Alternance de bancs calcaires gris-bleuâtre et de marnes argileuses. Fossiles très rares : j'ai rencontré seulement l'empreinte d'un petit *Parkinsonia* et un bon échantillon de *Belemnites (Belemnopsis) fusi-formis* PARK.

Oolithe ferrugineuse, d'épaisseur variable, reposant sur la surface perforée du

Calcaire à Entroques visible sur 3 à 4 m. de hauteur.

Lors d'une récente visite de ce gisement je n'ai pu recueillir que très peu de fossiles de l'oolithe ferrugineuse, alors qu'autrefois l'exploration des déblais des carrières permettait une abondante récolte. Il m'a donc été impossible de faire des observations sur la distribution des diverses espèces dans l'épaisseur de ce dépôt.

La faune, où les Brachiopodes dominant, est composée des espèces suivantes :

#### LA CHALOTTE

<i>Cosmoceras subfurcatum</i> ZIET.	<i>Chlamys virgulifera</i> PHILL.
— <i>longovicense</i> STEINM.	<i>Trigonopsis similis</i> COSSM.
— <i>Garanti</i> D'ORB.	<i>Pleuromya cf. Jurassi</i> BRONG.
<i>Morphoceras pseudo-anceps</i> DOUV.	<i>Gresslya abducta</i> PHILL.
— <i>polymorphum</i> D'ORB.	<i>Terebratula sphaeroidalis</i> SOW.
<i>Patoceras subannulatum</i> D'ORB.	— <i>sp.</i> (plusieurs).
<i>Oxytoma Munsteri</i> BRONN.	<i>Rhynchonella sp.</i> (plusieurs).
<i>Cælopis lunulata</i> SOW.	<i>Plegiocidaris Zschokkei</i> DESOR.

A La Chalotte, comme à Isenay, l'oolithe ferrugineuse renferme des Ammonites qui partout ailleurs occupent deux niveaux distincts et sont les unes caractéristiques du Bathonien et les autres du Bajocien. Il convient de remarquer la présence dans ce gisement du *Cosmoceras subfurcatum* très typique, ce qui montre que la base de cette oolithe ferrugineuse appartient à un niveau un peu inférieur à celle d'Isenay.

#### Saint-Honoré.

Le gisement d'oolithe ferrugineuse se trouvait à la sortie du village de Saint-Honoré sur la route de Vandenesse. Là, les

déblais d'anciennes carrières permettaient de recueillir assez abondamment de beaux fossiles d'une teinte ocreuse pâle assez spéciale. Aujourd'hui l'emplacement de ces carrières est occupé par des constructions et l'oolithe ferrugineuse n'est plus visible, je crois, au voisinage de Saint-Honoré.

La faune que je possède de ce gisement comprend les espèces suivantes :

## SAINT-HONORÉ.

<i>Oppelia subradiata</i> D'ORB.	<i>Trocholiara depressa</i> AGASS.
— <i>fusca</i> QUENST.	<i>Holactypus hernisphaericus</i> AGAS.
<i>Œkotraustes genicularis</i> WAAGEN.	<i>Pygorhytis ringens</i> AGASS.
— <i>serrigerus</i> WAAGEN.	— <i>ovalis</i> LESKE.
<i>Cosmoceras Garanti</i> D'ORB.	<i>Ampullospira bajocensis</i> D'ORB.
— <i>niorlense</i> D'ORB.	<i>Pleurotomaria bessina</i> D'ORB.
— <i>baculatum</i> QUENST.	<i>Alectronya asellus</i> MÉRAN.
— <i>subfurcatum</i> ZIET.	<i>Plicatula bajocensis</i> DESL.
<i>Parkinsonia Parkinsoni</i> SOW.	<i>Prospondylus tuberculosus</i> GOLDF.
— <i>ferruginea</i> OPP.	<i>Chlamys virgulifera</i> PHILL.
— <i>postera</i> SEEBACH.	<i>Lima Helena</i> D'ORB.
<i>Procerites zigzag</i> D'ORB.	<i>Plagiostoma dicolpophorum</i> COS.
— <i>Schlœnbachi</i> DE GROS.	<i>Avicula Munsteri</i> BRONN.
<i>Perisphinctes aurigerus</i> OPP.	— <i>Schimperi</i> BRANCO.
<i>Morphoceras polymorphum</i> D'ORB.	<i>Æquipecten Hedonia</i> D'ORB.
— <i>pseudo-anceps</i> DOUV.	<i>Entolium Silenus</i> D'ORB.
— <i>sulcatum</i> HEHL.	<i>Plicatula bajocensis</i> DESL.
<i>Toxoceras Orbigny</i> BAUGIER et SAUZÉ.	<i>Modiola lineolata</i> SOW.
<i>Patoceras subannulatum</i> D'ORB.	— <i>cuneata</i> SOW.
<i>Terebratula Fairrei</i> D'ORB.	<i>Nucula Erato</i> D'ORB.
— <i>globata</i> SOW.	<i>Trigonia lineolata</i> AGAS.
— <i>conglobata</i> DESLONG.	<i>Goniomya subcarinata</i> GOLDF.
— <i>Ferryi</i> D'ORB.	<i>Pleuromya obtusa</i> AGASS.
<i>Zeilleria Waltoni</i> DAVIDSON.	— <i>cf. Jurassi</i> BRONG.
<i>Aulacothyris carinata</i> LAMK.	— <i>tenuistria</i> MUNS.
<i>Rhynchonella</i> sp. (plusieurs).	<i>Thracia Greppini</i> GOSSM.
<i>Acanthothyris spinosa</i> SOW.	<i>Gresslya abducta</i> PHILL.
	<i>Pholadomya angustata</i> SOW.

Ici encore, ce gisement d'oolithe ferrugineuse a fourni des espèces qui, partout ailleurs, sont nettement séparées et occupent des niveaux distincts. A noter la présence de *Cosmoceras niorlense*, absent dans les gisements de la Chalotte et d'Isenay, ce qui indique notamment que l'oolithe ferrugineuse y descend plus bas que dans cette dernière localité.

### Le Mousseau près Vandenesse.

Près du village du Mousseau sont ouvertes d'importantes carrières pour l'exploitation du calcaire à Entroques qui fournit une bonne pierre de taille connue dans le pays sous le nom de pierre jaune.

Peron a donné de ces carrières une coupe absolument erronée : il est vrai qu'il avoue qu'il n'a pu en aborder la partie supérieure.

En particulier il dit que l'oolithe ferrugineuse est recouverte par des marnes gris-clair très fossilifères ; j'ai pu monter jusqu'à la partie supérieure du découvert et constater que ces marnes sont excessivement pauvres en fossiles : je n'ai même pu en découvrir aucun.

De plus Peron situe à la partie supérieure du calcaire à Entroques une couche de calcaire blanchâtre, sans oolithes ferrugineuses, « riche en *Ostrea Marshi* et divers Plagiostomes ».

Or, comme je l'avais indiqué en 1885 (*loc. cit.*, p. 370) et comme je l'ai pu encore vérifier récemment, il y a deux ans, cette couche marneuse, grumeleuse, remplie de débris roulés et ayant parfois une teinte verdâtre assez prononcée, se trouve au-dessous des bancs exploités et, suivant les carrières, à 6 ou 8 m. au-dessous de l'oolithe ferrugineuse. L'exploitation ne descend pas toujours jusqu'à ce banc, mais il est certaines carrières où il est atteint et les déblais qui en proviennent fournissent une faune assez riche, dans laquelle un certain nombre de fossiles, notamment les Brachiopodes et les Lamellibranches, sont silicifiés.

Voici la coupe que j'ai pu relever :

Marnes et calcaires marneux blanc-jaunâtre.

Oolithe ferrugineuse.

Calcaire à Entroques, 6 à 8 m.

Marne grumeleuse verdâtre, 0 m. 30.

Calcaire à Entroques.

L'oolithe ferrugineuse, épaisse de 0 m. 50 à 0 m. 60, repose sur le calcaire à Entroques dont la surface supérieure ondulée et durcie est recouverte d'une croûte d'oxyde de fer. Les déblais de cette couche fournissent des fossiles assez abondants mais en médiocre état de conservation. Je n'y ai rencontré que des Ammonites bathoniennes et aucune de ces espèces caractéristiques du Bajocien supérieur que l'on trouve à Isenay, Saint-Honoré et à la Chalotte. Tout à la base de cette oolithe ferrugineuse, presque au contact du calcaire à Entroques, j'ai pu recueillir plusieurs échantillons de *Procerites zig-zag*.

L'oolithe ferrugineuse du Mousseau est donc exclusivement d'âge bathonien.

Ainsi au voisinage presque immédiat des gisements d'oolithe ferrugineuse d'Isenay et de Saint-Honoré, qui renferment des fossiles d'âges bajocien et bathonien, on en trouve un autre où tous sont de ce dernier âge. Ceci donne donc la preuve péremptoire que l'oolithe ferrugineuse bathonienne du Mousseau se complète dans ces deux autres localités par l'adjonction de niveaux inférieurs d'âge bajocien.

Le calcaire à Entroques est formé de débris d'articles d'Encrines de petite taille, plus ou moins roulés. On y observe des radioles d'Echinides. Dans les fissures qui le traversent, l'attaque par les eaux d'infiltration a mis en évidence une stratification oblique entrecroisée. Dans les parties décomposées, j'ai recueilli quelques articles d'Encrines que M. Lissajous a eu l'amabilité de me déterminer :

*Pentacrinus bajocensis* D'ORB.  
— *cristagalli* QUENST.

Les bancs de calcaire à Entroques compris entre la marne à *Lopha Marshi* qui renferme *Am. Sauzei* et l'oolithe ferrugineuse d'Isenay à *Cosmoceras Garanti* appartiennent donc à la zone à *Am. Blagdeni*.

La coupe du Mousseau peut donc se résumer ainsi :

Calcaires et marnes blanc-jaunâtre.

Oolithe ferrugineuse : zone à *Procerites zig-zag*.

Calcaire à Entroques : zone à *Cæloceras Blagdeni*.

Marne grumeleuse : zone à *Sphæroceras Sauzei*.

Calcaire à entroques.

#### OOLITHE FERRUGINEUSE.

<i>Oppeliá fusca</i> QUENST.	<i>Astarte Valettei</i> COSSM.
— <i>nivernensis</i> nov. sp.	<i>Unicardium</i> cf. <i>incertum</i> PHILL.
— <i>Favrei</i> nov. sp.	<i>Liogryphæa Phædra</i> D'ORB.
<i>Œkotraustes serrigerus</i> WAAGEN.	<i>Trigonia signata</i> AGASS.
<i>Parkinsonia</i> cf. <i>Parkinsoni</i> SOW.	<i>Prospondylus tuberculatus</i> GOLDF.
— <i>ferruginea</i> OPP.	sp.
— <i>postera</i> v. SEEBACH.	<i>Plagiostoma duplicatum</i> SOW.
— sp.	<i>Terebratula Favrei</i> BAYLE.
<i>Procerites zig-zag</i> D'ORB.	— <i>globata</i> SOW.
— <i>Schlænbaehi</i> DE GROS.	— <i>conglobata</i> DESLONG.
<i>Perisphinctes aurigerus</i> OPP.	— sp. (plusieurs).
<i>Morphoceras polymorphum</i> D'ORB.	<i>Zeilleria emarginata</i> SOW.
— <i>pseudoanceps</i> DOUV.	<i>Rhynchonella</i> sp. (plusieurs).
— <i>sulcatum</i> HEHL.	<i>Acanthothyris spinosa</i> SOW.
<i>Phylloceras</i> sp.	<i>Pygorhytis ovalis</i> LESKE.
<i>Nautilus</i> sp.	

## MARNE BAJOCIENNE.

<i>Sphæroceras Brocchi</i> Sow.	<i>Entolium Silenus</i> D'ORB.
— <i>Sauzei</i> D'ORB.	<i>Plagiostoma Harpax</i> D'ORB.
<i>Strigoceras Truelli</i> D'ORB.	— <i>Schimperi</i> BRANCO.
<i>Sonninia polyacantha</i> WAAGEN.	<i>Pseudomonotis echinata</i> Sow.
— <i>sp.</i>	<i>Oxytoma Rœmeri</i> ROLLIER.
<i>Terebratula sp.</i> (plusieurs).	<i>Camptonectes lens</i> Sow.
<i>Zeilleria Waltoni</i> MORR. et LYC.	<i>Gresslya sp.</i> (cf. <i>abducta</i> PHILL.).
<i>Aulacothyris carinata</i> LAMK.	<i>Modiola Lonsdalei</i> Sow.
<i>Rhynchonella sp.</i> (plusieurs).	<i>Anisocardia sp.</i>
<i>Galeropygus subcircularis</i> COTTEAU.	<i>Goniomya quinquescrpta</i> Sow.
<i>Pygomatus avellana</i> AGASS. <i>sp.</i>	<i>Ctenostreon pectiniforme</i> Sow.
<i>Alectryonia Marshi</i> Sow.	— <i>luciense</i> D'ORB.

**Moulins-Engilbert.**

Afin de compléter l'étude de cette région j'ai visité dernièrement les carrières de calcaire à Entroques exploitées au Sud-Ouest de Moulins-Engilbert, près du hameau de James. Ces exploitations paraissent pour la plupart abandonnées depuis un certain nombre d'années, mais on peut encore y relever de bonnes coupes.

Le calcaire à Entroques y est formé de bancs de calcaire grisâtre, dont l'épaisseur varie de 0 m. 60 à 0 m. 80 : ces bancs sont traversés par une série de fissures verticales, en général assez larges, dont les parois sont corrodées et comme cloisonnées.

Le banc supérieur se termine par un lit bien net, non ondulé, ni corrodé, et au-dessus duquel se développe une alternance régulière de calcaires et de couches marneuses plus ou moins argileuses.

Le découvert n'atteint pas la couche d'oolithe ferrugineuse, mais celle-ci affleure de l'autre côté de la vallée de la Drague, au Sud-Ouest du village de Commagny. Je n'ai pas visité ce gisement, mais Peron (*loc. cit.*, p. 223) indique que l'oolithe ferrugineuse surmonte les couches marneuses et qu'elle ne renferme que des fossiles purement bajociens.

La coupe des environs de Moulins-Engilbert serait donc la suivante :

- Oolithe ferrugineuse bajocienne.
- Marnes et calcaires.
- Calcaire à Entroques.

**Saint-Benin d'Azy.**

Dans ma note de 1885 j'ai indiqué que la coupe des environs de Saint-Benin d'Azy pouvait se résumer ainsi :

Calcaires et marnes blanc-jaunâtre.

Oolithe ferrugineuse à *Procerites*, Bathonien inférieur.

Marnes bleuâtres (Terre à foulon d'Ebray), Bajocien supérieur.

Oolithe ferrugineuse de La Maison-Rouge.

Calcaire à Entroques.

Le niveau fossilifère de la base du Bathonien se poursuit à l'Ouest de Saint-Benin d'Azy, mais en s'en éloignant il perd ses oolithes ferrugineuses, tout en conservant la même richesse fossilifère et la même faune. On le suit, toujours bien caractérisé, jusque dans le centre du département du Cher, vers Charly<sup>1</sup>.

Il convient de noter aussi que la couche d'oolithe ferrugineuse qui surmonte le calcaire à Entroques est, à sa base, d'âge bajocien supérieur (zone à *Am. Garanti*) dans l'Est du département de la Nièvre et qu'à l'Ouest, dans la région de la vallée de la Loire et dans le Cher, elle appartient à une zone plus inférieure, à celle à *Am. Sauzei* (de Grossouvre, *loc. cit.*, p. 364 et p. 374). Suivant les localités, les derniers bancs du calcaire à Entroques, les plus supérieurs, ne sont donc pas partout de même âge.

#### SAINT-BENIN D'AZY.

*Oppelia fusca* QUENST.

— *nivernensis* nov. sp.

*Œkotraustes serrigerus* WAAGEN.

*Parkinsonia* cf. *Parkinsoni* SOW.

— *postera* v. SEEBACH.

— *ferruginea* OPPEL.

— *wurtembergica* OPP.

*Procerites zigzag* D'ORB.

— *Schlœnbachi* DE GROS.

et nombreuses variétés.

*Perisphinctes aurigerus* OPPEL.

*Morphoceras polymorphum* D'ORB.

— *pseudo anceps* DOUV.

— *sulcatum* HEHL.

*Morphoceras transylvanicum* SIMIONESCU.

*Ammonites Busqueti* nov. sp.

*Pleurotomaria* cf. *bessina* D'ORB.

*Isocardia tenera* SOW.

*Pholadomya similis* AGASS.

— *Murchisoni* SOW.

— *ovulum* AGASS.

*Pleuromya Danae* D'ORB.

*Trigonia lineolata* AGASS.

*Paralleledon nuarsense* COSSM.

*Terebratula Favrei* BAYLE.

— *Ferryi* DESLONG.

— *globata* DESLONG.

*Zeilleria emarginata* SOW.

*Rhynchonella* sp. (plusieurs).

*Pygorhytis ovalis* LESKE.

#### Conclusions.

D'après ce qui précède on voit que la succession des couches, vers la fin des temps bajociens et au début du Bathonien, régulière dans la région de Moulins-Engilbert, présente des lacunes plus au Sud.

1. A ce niveau appartient le gisement du Champ des pierres dont M. Cossmann va décrire quelques fossiles.



A la Chalotte et à Saint-Honoré, le banc de l'oolithe ferrugineuse correspond au niveau à *Am. niortensis*.

A Isenay, les premiers dépôts de l'oolithe ferrugineuse appartiennent au niveau à *Am. Garanti*.

Au Mousseau, l'oolithe ferrugineuse qui repose sur le calcaire à Entroques est d'âge bathonien inférieur.

Ces observations montrent que dans cette région, où la partie supérieure du calcaire à Entroques appartient à la zone à *Am. Blagdeni*, la sédimentation s'est continuée régulièrement par un dépôt de calcaires et de marnes (environs de Moulins-Engilbert), mais que plus au Sud (Isenay, Vandenesse, Saint-Honoré) il y a eu émerision. Puis la mer est revenue, déposant une couche d'oolithe ferrugineuse sur le calcaire à Entroques dont la surface supérieure était ravinée, corrodée et percée de trous de Pholades. Elle a atteint la Chalotte et Saint-Honoré à l'époque de l'*Am. niortensis*, Isenay à l'époque de l'*Am. Garanti* et le Mousseau seulement vers le début de l'étage bathonien.

Nous observons donc dans cette région des émerisions, des ravinelements et des lacunes, tout comme j'en ai signalé précédemment dans la région normande.

Remarquons en outre que l'oolithe ferrugineuse qui, sur cette partie de la bordure oolithique du Bassin de Paris, surmonte le calcaire à Entroques appartient à des zones de plus en plus anciennes lorsque l'on s'éloigne du Morvan vers l'Ouest. L'époque à laquelle a cessé de se déposer le calcaire à Entroques et a commencé la formation de l'oolithe ferrugineuse n'a donc pas été partout la même et a varié en des points relativement peu éloignés : preuve que ces changements dans les conditions de la sédimentation ne sont pas la conséquence de mouvements eustatiques.

Je suis très vivement reconnaissant à notre confrère, M. M. Cossmann, d'avoir bien voulu examiner la faune de Gastropodes et de Pélécy-podes de ces gisements et d'en avoir fait l'objet d'un mémoire spécial. J'adresse aussi mes bien sincères remerciements à M. J. Lambert qui a pris la peine de déterminer mes Échinides et à M. Lissajous qui a étudié les Polypiers et les Bélemnites et a eu l'amabilité de me donner sur ces fossiles des notices détaillées.

---

## II. — PALÉONTOLOGIE

### *Céphalopodes*

#### **De l'espèce au point de vue géologique.**

Je veux dire d'abord quelques mots de l'espèce envisagée au point de vue de la paléontologie stratigraphique ; je laisserai par conséquent de côté toutes les discussions qui ont eu lieu et qui se continuent encore à propos de l'espèce considérée au point de vue purement botanique ou zoologique.

Je regarde seulement la notion de l'espèce comme un résultat de l'observation et de la tendance naturelle de notre esprit vers l'ordre et le classement.

Lorsque nous examinons la totalité des individus constituant actuellement, soit le monde végétal, soit le monde animal, nous ne tardons pas à constater qu'on peut les disposer par groupes (espèces) tels que chacun d'eux, composé d'individus plus ou moins semblables, forme un ensemble continu, c'est-à-dire tel qu'entre deux individus quelconques d'un groupe il existe toute une série d'intermédiaires. Par contre, entre deux individus de deux groupes différents, il n'existe pas de formes de passage.

En d'autres termes, dans une espèce il y a continuité et il y a discontinuité d'une espèce à une autre.

C'est donc là un fait bien établi par l'observation : les espèces actuelles sont des groupements nettement délimités et franchement distincts les uns des autres.

Les divers individus d'une même espèce, arrivés à la même période de leur développement, sont loin d'être absolument identiques : leurs caractères varient entre certaines limites, ce que l'on exprime en disant que l'espèce possède un certain polymorphisme, polymorphisme qui, d'une espèce à une autre, oscille d'ailleurs entre des limites plus ou moins étendues.

Par conséquent, la conception d'un type spécifique absolu est chose purement subjective, conventionnelle : il est permis cependant de considérer comme tel une forme moyenne autour de laquelle gravitent les individus d'une même espèce et, alors, ceux chez lesquels les modifications de certains caractères sont plus ou moins fortement accentuées constituent des *variétés*.

Il existe des variétés, dotées d'une constance relative de certains caractères, qui sont confinées dans certaines localités ou dans

certaines régions et auxquelles on donne le nom de *racés* : cette spécialisation locale doit vraisemblablement être considérée comme le résultat de conditions particulières d'habitat <sup>1</sup>.

La connaissance complète d'une espèce comprend donc la définition du type spécifique, la recherche des limites de variabilité et la détermination des races locales.

Si maintenant nous passons à l'étude des formes qui ont vécu au même moment des temps géologiques, nous constaterons que l'on peut y distinguer, comme à l'époque actuelle, des espèces nettement distinctes les unes des autres, comportant également des variétés et des races.

De plus, lorsque nous examinons les formes qui se sont succédé dans le temps, nous remarquons que tantôt les mêmes espèces se perpétuent avec les mêmes caractères pendant une durée plus ou moins longue et que tantôt nous rencontrons des formes analogues qui se séparent du type plus ancien par des différences, d'ordinaire peu considérables, il est vrai, cependant réelles et constantes. Souvent on peut suivre dans un certain nombre de niveaux successifs, une série de ces formes semblables, mais distinctes, auxquelles on a donné le nom de *mutations*.

Ces mutations sont d'autant moins semblables qu'elles habitent des niveaux plus éloignés les uns des autres. Leur ensemble constitue ce que l'on appelle un *rameau*, ce que Waagen avait nommé une *Formenreihe* dans son étude sur les formes dérivant de l'*Am. subradiatus*.

Examinons plus spécialement cette dernière : Waagen avait distingué du Bajocien supérieur au Bathonien supérieur trois espèces et, plus tard, M. H. Douvillé a montré l'existence dans le Bajocien moyen d'une autre, *Am. præradiatus*, pouvant être considérée comme l'ancêtre de cette série qui se compose ainsi des termes suivants : *Am. præradiatus* (Bajocien moyen), *Am. subradiatus* (Bajocien supérieur), *Am. fuscus* (Bathonien inférieur), *Am. aspidoides* (Bathonien supérieur).

D'autres mutations se succèdent ensuite jusque dans le Tithonique et le tronc principal se subdivise en plusieurs rameaux.

Considérons les trois derniers termes, si voisins les uns des autres que des paléontologistes très perspicaces, Schloenbach entre autres, les avaient souvent confondus.

J'ai eu entre les mains de nombreux représentants d'individus appartenant ces trois espèces et cependant je n'ai jamais rencontré

1. Les modifications produites sous l'influence de certaines conditions spéciales d'habitat ne sont ni acquises, ni héréditaires : elles disparaissent lorsque les individus cessent d'être soumis à ces conditions spéciales.

de formes reliant une mutation à une autre. Dans le Bajocien supérieur *Am. subradiatus* est presque partout très abondant et doué d'un polymorphisme assez étendu pour que des paléontologistes éminents m'aient soutenu qu'on devait y distinguer des espèces différentes. Cependant je n'ai jamais rencontré d'individus établissant le passage à *Am. fuscus*.

De même j'ai pu étudier de nombreux échantillons de cette dernière espèce sans en trouver aucun se rapprochant de l'*Am. subradiatus*.

À Isenay, où l'exploitation de l'oolithe ferrugineuse a permis autrefois de récolter une faune abondante qui, en réalité, comme je l'ai montré, se répartit entre deux niveaux distincts, il existe des représentants des deux espèces précédentes, mais ils sont toujours faciles à séparer les uns des autres, sans qu'aucun individu représente une forme intermédiaire.

Ainsi, même chez les Ammonites, même dans cette série classique des *Oppelia* on ne connaît pas de formes établissant le passage graduel d'une espèce à une autre <sup>1</sup>.

Il y a donc, entre les diverses espèces, discontinuité dans le temps comme dans l'espace et ce fait explique, dans une certaine mesure, la thèse de la fixité des espèces soutenue par Cuvier <sup>2</sup>.

Dans les séries phylétiques les divers termes ne sont pas reliés par une chaîne ininterrompue de formes intermédiaires. Il n'y a pas variation continue, mais évolution par *saltations*. C'est ce que je crois pouvoir conclure de l'étude spéciale des Ammonites secondaires basée sur l'examen de nombreux matériaux.

Le polymorphisme des individus appartenant à la même espèce est parfois très considérable : il en résulte que le paléontologiste qui n'a entre les mains qu'un nombre insuffisant d'échantillons est exposé à créer plusieurs espèces avec des individus qui en réalité se rattachent à un même type spécifique.

Ceci apparaît souvent dans les descriptions : d'une espèce qu'il vient de créer un paléontologiste dit qu'elle constitue une forme intermédiaire entre deux autres, de même âge. Dans ce cas, n'est-il pas probable, ne peut-on même dire qu'il est certain, que ces trois espèces ne sont pas réellement distinctes les unes des autres, qu'elles ne sont que des variétés d'une même espèce.

Il y a grand intérêt à ne pas multiplier indéfiniment le nombre des espèces, car on arrive ainsi à encombrer inutilement la nomenclature : un travail plus utile du paléontologiste consisterait à en réduire le nombre au strict minimum.

1. Voir EDMOND PERRIER, Le Transformisme, p. 56.

2. C'est-à-dire entendue dans ce sens qu'il n'y a pas transformation d'une espèce en une autre par modifications lentes et graduelles.

Evidemment il est facile de créer des types nouveaux en se basant sur des différences individuelles : un examen plus long est nécessaire pour se débrouiller au milieu d'échantillons plus ou moins variés appartenant en réalité à la même espèce ; la difficulté est d'autant plus grande pour les Ammonitidés que leurs caractères se modifient souvent beaucoup au cours de leur développement : on peut dire qu'une espèce d'Ammonite n'est complètement connue et bien définie que si on a pu l'étudier aux diverses périodes de son accroissement.

Lorsque l'on considère la multitude des variétés qui se rattachent à un même type spécifique, on pourrait être conduit à se demander si certaines d'entre elles ne correspondraient pas à ce que l'on a appelé des petites espèces, des espèces jordaniennes, différant entre elles par de menus caractères néanmoins très constants. Les recherches dans cette voie me paraissent bien difficiles et ne peuvent conduire pour des formes fossiles à des conclusions précises. Si l'on veut s'occuper des variétés d'une espèce, le point le plus intéressant à examiner me semble consister dans la recherche et la définition des races locales.

La multiplication pour ainsi dire indéfinie des espèces a conduit à considérer comme *genre* l'ensemble des formes autrefois attribuées à une seule espèce.

Je prends par exemple le genre *Parkinsonia* BAYLE ; il correspond à tout un groupe de formes qui autrefois auraient été sans hésitation rapportées à une seule espèce, *Am. Parkinsoni* SOWERBY, pl. 307<sup>1</sup> (1821).

En 1847-1849, Quenstedt (Cephalopoden) distingue plusieurs formes qu'il désigne, conformément à la nomenclature trinominale qu'il avait adoptée :

<i>Ammonites Parkinsoni gigas</i> , pl. 11, fig. 1.	
— —	<i>planulatus</i> , pl. 11, fig. 2 et 3.
— —	<i>compressus</i> , pl. 11, fig. 4.
— —	<i>depressus</i> , pl. 11, fig. 5.

Il rattache d'ailleurs à cette même série diverses autres formes qui doivent en être écartées comme se rapportant aux groupes bien différents de l'*Am. Garanti*, de l'*Am. polymorphus*. et de l'*Am. anceps*.

1. On a rattaché aux *Parkinsonia Am. Caumonti* d'ORN., mais cette espèce ne possède pas les caractères distinctifs de ce genre et doit être rapportée au groupe des *Cosmoceras* : M. Nicolesco est le premier, je crois, qui ait exprimé cette opinion et je suis tout à fait de son avis (1917. NICOLESCO. Sur un nouveau genre de Périsphinctidés. *B.S.G.F.*, (4), XVI, p. 161).

En 1856-1858 Oppel (Juraformation), à côté de l'*Am. Parkinsoni* Sow., propose pour les formes séparées par Quenstedt les noms suivants :

*Am. neuffensis* (p. 378) pour l'*Am. Parkinsoni gigas*, pl. 11, fig. 1.

*Am. ferrugineus* (p. 416), pour lequel il prend comme type l'individu figuré sous le nom de *Parkinsoni planulatus*, pl. 11, fig. 3.

*Am. wurtembergicus* (p. 475), pour le *Parkinsoni compressus*, pl. 11, fig. 4.

En 1864 Seebach (Der Hannoversche Jura), p. 150, pl. 10, fig. 3, propose un nouveau nom pour une forme de ce groupe ; *Am. posterus*.

En 1865, Schlcenbach (Beiträge zur Pal. Jur. u. Kreideformation) identifie (à tort, à mon avis) cette espèce à *Am. neuffensis* et il figure sous ce nom un échantillon (pl. xxviii, fig. 3) qui me paraît bien différent du type de Seebach.

En même temps il figure comme *Am. ferrugineus* (pl. xxix, fig. 1), un individu qui certainement n'est pas l'adulte du type d'Oppel (Quenst. Cephalopoden, pl. 11, fig. 3) : il est vrai que pour cette espèce il indique comme référence la figure 5 de Quenstedt.

En 1881, M. S. Buckman (Am. I. O. Dorset. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, XXXVII, p. 599) propose le nom de *rarecostatus* pour le type figuré par d'Orbigny (pl. 122, fig. 1, 2), sous le nom d'*Am. Parkinsoni*.

En 1886 dans son nouvel ouvrage (Am. d. schw. Jura) Quenstedt figure de nouveaux types sous les noms de

*Ammonites Parkinsoni foveatus*. -

—	—	<i>lævis</i> .
—	—	<i>lævissimus</i> .
—	—	<i>densicosta</i> .
—	—	<i>strimatus</i> .

En 1888, Schlippe (Die Fauna des Bathonien) reprend l'étude du genre *Parkinsonia* : il signale l'erreur commise par Schlcenbach à propos de l'*Am. ferrugineus*, donne le nom de *P. Schlcenbachi* au type figuré par ce dernier, mais, à son tour, il prend à tort comme type du *P. ferruginea* l'*Am. Parkinsoni planulatus* du « Jura » (1858) et non celui de la monographie des « Cephalopoden », sous le prétexte que ce dernier appartient à la même espèce que l'*Am. Parkinsoni compressus*, ce qui n'est pas exact et ce qui, en tout cas, est en contradiction avec la définition d'Oppel et ne peut être accepté.

En outre il propose de remplacer par le nom de *P. compressa* celui de *P. wurtembergica*, pour ce motif, contraire aux règles de la nomenclature, qu'Oppel n'avait pas le droit de donner ce nom, alors que Quenstedt avait employé celui de *Am. Parkinsoni compressus*.

En 1891, Wermbter (Der Gebrigsbau der Leinetals) crée une nouvelle espèce, *Parkinsonia eimensis*.

L'année 1911 voit éclore toute une nouvelle pléiade de *Parkinsonia*.

M. L. Rollier, dans son beau mémoire sur « Les faciès du Dogger », ajoute aux espèces déjà créées les suivantes : *Parkinsonia Schlippei* (= *P. Parkinsoni* in SCHLIPPE, pl. 4, fig. 5), *P. brunsvicensis* (pour l'échantillon figuré par Schloenbach, pl. 28, fig. 4, qui me paraît être un échantillon malade) ; il reprend le nom de *P. postera* de SEEBACH et propose ceux de *P. depressa* (= *Am. Parkinsoni depressus* QUENST., Ceph., pl. 11, fig. 5) et *P. longidens* (= *Am. Parkinsoni longidens* QUENST., Ceph., pl. 11, fig. 10), qui est un *Cosmoceras* bien typique.

En même temps, Wetzel (Parkinsoniensichten des Teutoburges Walde bei Bielefeld, *Palæontographica*, LVIII) donnait une monographie très complète des nombreuses formes de *Parkinsonia* des gisements des environs de Bielefeld et proposait les espèces suivantes : *P. arietis*, *P. subarietis*, *P. acris*, *P. radiata*, *P. depressa*, *P. Orbignyana*, *P. pseudo-Parkinsoni*, *P. Friederici-Augusti*, *P. planulata*, *P. subplanulata*, *P. cf. eimensis*, *P. neufensis*.

Ainsi à l'*Am. Parkinsoni* de Sowerby, type unique distingué par ce savant, seul encore à l'époque où d'Orbigny publiait sa Paléontologie française, sont venues s'ajouter plus d'une vingtaine d'espèces nouvelles : nous avons donc là un exemple bien frappant de ce que l'on a appelé la pulvérisation de l'espèce. Il serait facile d'en trouver d'autres analogues dans les genres *Cosmoceras*, *Perisphinctes*, etc. Ce dernier à lui seul compte aujourd'hui près de 600 espèces, peut-être plus : combien y en a-t-il que les paléontologistes seraient bien embarrassés de reconnaître, s'ils n'étaient pas à l'avance renseignés sur leur gisement ? Combien ne sont aussi que des individus de la même espèce à des stades différents de développement.

Dans le nombre des espèces de *Parkinsonia*, il y en a certainement qui doivent être considérées comme de bons types spécifiques : tels à côté de l'*Am. Parkinsoni*, les *Am. ferrugineus* et *Am. wurtembergicus*, mais d'autres ne sont réellement pas distinctes.

Par exemple, dans les descriptions de Wetzel, on voit signalées des formes intermédiaires entre *P. arietis*, *P. subarietis* et *P. acris*; n'est-il pas permis d'en conclure que ces trois espèces ne sont que des variétés d'un même type spécifique? Wetzel indique encore des formes intermédiaires entre certaines de ses autres espèces.

Ce géologue a eu entre les mains une quantité considérable d'échantillons provenant du même gisement, mais les types qu'il a distingués correspondent, les uns à un très petit nombre d'individus, 2, 4, 5, 6, 8, tandis que d'autres sont représentés par 30, 40, même 100 et 120, de sorte que l'on peut être conduit à se demander si les espèces, basées sur de rares échantillons, ne sont pas de simples variétés extrêmes, caractérisées par quelques modifications plus ou moins tranchées.

\*  
\* \*

Les éléments les plus importants qui caractérisent un échantillon donné, dont la taille est mesurée par son diamètre total  $D$ , comprennent la grandeur de l'ombilic correspondant  $d$ , la hauteur  $H$  du dernier tour prise à son extrémité, mesurée à partir de la suture ombilicale, l'épaisseur correspondante  $E$ , de telle sorte que le rapport  $\frac{E}{H}$  est intéressant à calculer puisqu'il fait ressortir l'apparence générale de la section des tours en déterminant le rectangle dans lequel cette section est inscrite; enfin la hauteur du dernier tour à son extrémité antérieure  $H'$  est aussi digne d'attention parce que le rapport  $\frac{H'}{H}$  met en évidence la rapidité d'accroissement des tours.

Il est à noter que les quantités précédentes n'ont de valeur que pour un certain stade d'accroissement, leurs rapports pouvant varier d'un tour à un autre: elles pourraient être mesurées en faisant une section transversale de la coquille passant par la loge initiale. L'étude de ces détails m'entraînerait trop loin et je me bornerai à donner seulement les éléments précédents pour le dernier tour des échantillons examinés.

Remarquons encore que chez certaines espèces d'Ammonites la taille définitive d'accroissement, indiquée par un changement dans la forme des tours, par un coude du contour externe ou un déroulement de la spire ombilicale, cette taille, dis-je, peut varier beaucoup d'un individu à un autre. Tel est le cas, par exemple, pour *Am. Brongniarti* Sow. (d'Orb., pl. 140, fig. 3 à 8) dont les divers échantillons figurés par d'Orbigny semblent bien avoir tous atteint leur complet développement: le diamètre du plus petit



est à peu près la moitié de celui du plus grand. Tel est encore l'*Am. dimorphus* D'ORB. dont l'individu le plus petit (pl. 141, fig. 2) est certainement une forme sénile dont le diamètre n'est guère que les  $\frac{4}{10}$  de celui du plus grand (même planche, fig. 1).

Non seulement la forme, l'ornementation et la taille des coquilles d'une même espèce d'Ammonite varient dans une très large mesure, mais il en est de même d'autres caractères.

Ainsi la longueur de la chambre d'habitation ne semble pas constituer un caractère bien stable, puisque l'on constate, comme je le mentionnerai plus loin, que chez des échantillons de la même espèce (*Cosmoceras Garanti*) elle peut aller de la moitié à la totalité du dernier tour.

Les cloisons sont, elles aussi, très variables.

Je citerai, entre autres, les observations de Thevenin <sup>1</sup> sur le *Bouleiceras nitescens* du Lias de Madagascar dont il a pu étudier un nombre considérable d'échantillons. « Il n'y a pas deux individus, dit-il, dont les lignes suturales soient semblables. La diversité porte, si on compare des échantillons de même diamètre, sur les divisions du lobe latéral, sur le nombre des selles auxiliaires et sur la profondeur des lobes. » Ces différences lui ont paru pouvoir être parfois attribuées à des circonstances locales, sans que toutefois on soit autorisé à les imputer à des causes sexuelles, à une accélération du développement, ou à l'existence de races locales.

R. Douvillé, de son côté, signale aussi <sup>2</sup> à propos de *Cosmoceras Bigoti* des différences relativement considérables dans les lignes suturales d'échantillons synchroniques de la même région et de morphologie presque identique.

Lorsque l'on parcourt la série des cloisons des divers Cosmocératidés figurées par R. Douvillé on remarque également des différences sensibles entre celles de plusieurs échantillons de *Cosmoceras Jason* <sup>3</sup>.

#### GENRE *Cosmoceras*.

Avec les *Parkinsonia* nous avons vu la pulvérisation de l'espèce, avec les *Cosmoceras* nous assistons à l'émiettement du genre. Celui-ci est devenu une famille, les Cosmocératidés, et cette dernière a été démembrée en un certain nombre de genres : *Garantia* HYATT, *Baculatoceras* MASKE, *Cosmoceras* WAAGEN (*s. strict.*), *Kepplerites* NEUMAYR et UHLIG, *Sigaloceras* HYATT.

1. *Annales de Paléontologie*, III, fasc. 3, p. 13.

2. R. DOUVILLÉ. 1915. *Etudes sur les Cosmocératidés*, p. 66.

3. R. DOUVILLÉ, *loc. cit.*, p. 65, fig. 18, 19 et 20.

Cette multiplication de genres me paraît basée sur des caractères d'ordre bien secondaire et je suis d'avis de la rejeter.

Je prends, par exemple, les *Am. subfurcatus* et *niortensis* pour lesquels a été créé le genre *Strenoceras* : les jeunes jusqu'à un diamètre de 1 à 2 cm. sont ornés de côtes presque régulièrement bifides et, à cet âge, seraient classés dans les *Garantia*. C'est seulement dans les stades ultérieurs que l'ornementation acquiert les caractères des *Strenoceras* : il me semble donc qu'on a pris comme caractères génériques des différences tenant à une modification de l'ornementation qui se produit au cours du développement, différences qui ne peuvent être utilisées que pour une distinction spécifique. Remarquons, en passant, que les deux espèces précédentes, avec languettes buccales et toujours de petite taille, se trouvent localisées dans un niveau où ne sont connues aucunes autres formes du même groupe, fait qui rend assez improbable l'hypothèse de Munier-Chalmas que ces individus tachygénétiques sont des mâles.

Un peu au-dessus du niveau qu'ils occupent, nous trouvons avec l'*Am. Garanti*, une autre forme tachygénétique dont R. Douvillé a figuré un échantillon provenant de l'oolithe ferrugineuse de Bayeux<sup>1</sup> (pl. II, fig. 4). On remarquera que les flancs sont plus plats que ceux de l'*Am. Garanti*, que l'allure des côtes est bien différente dans les deux formes : dans le petit échantillon les côtes sont, dans les premiers tours et même dans la première partie du dernier, légèrement rejetées en arrière, comme dans *Am. subfurcatus*, caractère que l'on retrouve dans les *Strenoceras* bathoniens et encore plus tard dans le *Cosmoceras Grossouvrei* R. DOUVILLÉ, du Callovien moyen, notamment dans l'échantillon figuré pl. X, fig. 2, qui rappelle singulièrement l'*Am. subfurcatus* : cette espèce callovienne de même que l'échantillon de Bayeux figuré par R. Douvillé et un autre semblable que je possède, provenant également de cette localité, montrent une alternance assez régulière de côtes simples et de côtes bifurquées. R. Douvillé n'a pas hésité à classer la forme bajocienne dans les *Garantia* et cependant, à mon avis, elle doit être considérée comme une mutation de l'*Am. subfurcatus*, autre motif qui m'amène à conclure qu'on ne peut séparer réellement les *Strenoceras* des *Garantia*. Mais le *Cosmoceras Grossouvrei* ne doit-il pas être à son tour rattaché au même rameau phylétique, à la série *Am. subfurcatus*, *Am. minimus* WETZEL (= *Garantia Garanti* in R. Douvillé, pl. II, fig. 4) et dès lors ne faut-il pas rejeter les genres *Strenoceras* et *Garantia* ?

1. R. DOUVILLÉ. Études sur les Cosmocératidés, 1915.

25 décembre 1919.

Bull. Soc. géol. Fr., (4), XVIII. — 24.

De même dans *Cosmoceras Pollux* ne doit-on pas voir une mutation de *Cosmoceras niortense* ?

J'avoue que je ne vois pas non plus de différences bien nettes entre *Keplerites* et *Cosmoceras* : les caractères généraux sont les mêmes ; pendant une première période du développement côtes interrompues ou seulement atténuées sur une bande siphonale méplate : dans un dernier stade le méplat siphonal disparaît, la région externe s'arrondit et les côtes s'y prolongent sans interruption. Je ne vois donc aucun caractère bien net distinguant les *Keplerites* des *Cosmoceras* et je crois qu'il convient de rapporter à ce dernier genre toute la série de formes attribuées à *Garantia*, *Strenoceras* et *Keplerites*.

Il importe de ne pas multiplier indéfiniment les genres : ceux-ci finiraient par ne plus correspondre en réalité qu'à de bonnes espèces et, dans la même voie, les espèces ne seraient au fond que des variétés, souvent même que des individus isolés.

C'est à quoi me paraît être arrivé Wetzel pour les *Cosmoceras* du groupe du *Garanti* (*loc. cit.*) provenant du Teutoburger Wald. Il y a distingué 13 espèces nouvelles dont quelques-unes représentées par un très petit nombre d'individus, beaucoup même par un seul : quatre seulement correspondent respectivement à 9, 11, 20 et 32 individus. Pour la plupart les différences indiquées sont bien minimales et de l'ordre des variations que l'on peut imaginer entre les divers individus d'une même espèce : nous avons là encore un exemple de la pulvérisation de l'espèce. Et à côté des formes séparées par Wetzel combien pourrait-on en ajouter d'autres au moins aussi distinctes !

Chez les *Cosmoceras* les éléments, lobes et selles, sont de direction normale au rayon et les extrémités des selles sont sensiblement à la même hauteur.

La longueur de la chambre d'habitation est très variable : ainsi, dans un échantillon d'*Am. Garanti* de Saint-Maixent (ma collection) elle ne dépasse guère la moitié du dernier tour. Robert Douvillé dit que dans l'échantillon de Bayeux figuré pl. 1, fig. 1, elle occupe environ les 2/3 de celui-ci. Wetzel pour les échantillons du Teutoburger Wald fait connaître qu'elle varie des 2/3 à la totalité du dernier tour. Il y a donc dans ce caractère des écarts considérables.

Je vais maintenant faire un examen rapide des diverses espèces rencontrées dans les gisements de la région de Vandenesse.

#### *COSMOCERAS SUBFURCATUM* ZIET.

1849. *Am. Parkinsoni bifurcatus* QUENSTEDT. *Cephalopoden*, pl. XI, fig. 11.

1915. *Strenoceras subfurcatum* R. DOUVILLÉ. Etudes sur les Cosmocératidés, p. 22, pl. VII, fig. 6.

Un échantillon de Saint-Honoré. Six échantillons de La Chartre.

Côtes fortement saillantes, presque lamellaires, simples et bifides alternant presque régulièrement ; ornementation d'ailleurs variable d'un individu à un autre, les côtes étant plus ou moins fortes et plus ou moins serrées. Deux échantillons se distinguent par des côtes plus fines, presque rectilignes, au lieu d'être rejetées en arrière sur la région externe, où même légèrement infléchies en avant.

Un échantillon montre l'ornementation du jeune tout à fait analogue à celle de *C. Garanti* : il y a un tubercule au point de bifurcation et ce tubercule disparaît à un diamètre voisin de 2 cm.

#### COSMOCERAS MINIMUM WETZEL

1911. *Garantiana minima* WETZEL. Parkinsonschichten d. Teutoburger Walde, p. 167, pl. XI, fig. 11-16.

1915. *Garantia Garanti* R. DOUVILLÉ (p. part.). Cosmocératidés, p. 11, pl. II, fig. 4.

Un échantillon de Bayeux. Série d'échantillons d'Isenay.

Je considère cette espèce comme une mutation de la précédente, ainsi que je l'ai expliqué précédemment (p. 369) Wetzel indique de son côté qu'il a pu examiner des échantillons de Vandenesse qu'il rapporte à cette espèce. Il y a d'ailleurs des variétés à côtes fortes et moins nombreuses et d'autres à côtes plus fines et plus serrées : de ces dernières variétés j'ai des échantillons du Bajocien de Chantonnay (Vendée) que je dois à l'obligeance de M. Chartron.

#### COSMOCERAS NIORTENSE D'ORBIGNY

9 échantillons de Saint-Honoré.

Côtes d'ordinaire simples, parfois bifides, comme le montre d'ailleurs la figure 9, pl. 121 de d'Orbigny. Sur certains échantillons, on voit quelques paires de côtes converger sur un tubercule siphonal ; ceci montre que le *Cosmoceras Bigoti* BRASIL n'est qu'une simple variété du *C. niortense*. Les jeunes de cette espèce jusque vers un diamètre voisin de 1 cm. ont l'ornementation du *C. Garanti*.

#### COSMOCERAS GARANTI D'ORBIGNY

Espèce très nombreuse à Isenay : dans le lot de fossiles qui

me fut envoyé par les exploitants elle entrerait certainement pour un bon tiers. Formes assez constantes dans leur ensemble, se rapprochant beaucoup de celles de Bayeux et peut-être plus encore de celles du Teutoburger Wald. En effet tandis qu'à Bayeux sur tous les échantillons les côtes sont régulièrement bifides, à Isenay, comme dans le Teutoburger Wald, on voit s'intercaler un nombre plus ou moins grand de côtes simples.

A Isenay on trouve des variétés qui se rapprochent de celles de ce dernier gisement que Wetzel a décrites comme espèces distinctes : en particulier, il signale de Charolles, localité peu éloignée d'Isenay, mais à l'Est du Morvan, *G. coronata*, *G. cyclogaster* et *G. dépressa*.

Si l'on voulait augmenter le nombre des espèces de ce groupe on trouverait, même à Bayeux, des variétés extrêmes bien caractérisées, par exemple à tours très épais. Un échantillon de ma collection, de 60 mm. de diamètre, avec un ombilic de 27 mm., a ses tours très arrondis et ayant encore à l'extrémité de la coquille une épaisseur, 31 mm., bien supérieure à la hauteur, 26 mm. Ce serait une variété à figurer : toutes les côtes sont régulièrement bifides, avec bifurcation nettement tuberculée située à mi-hauteur des flancs.

Dans cette espèce on peut distinguer des races locales : les *G. Garanti* du Bajocien de Saint-Maixent ont un faciès bien caractérisé et sont faciles à distinguer de ceux de Bayeux.

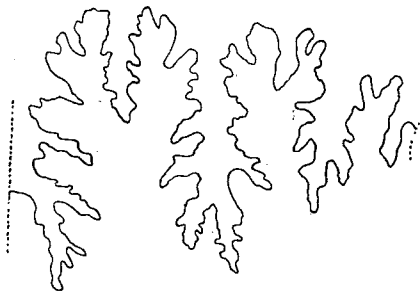


FIG. 1. — Cloison de *Cosmoceras Garanti* D'ORB. — Gr. : 2,25.

Ces derniers sont d'ailleurs assez nettement différents du type de d'Orbigny : celui-ci se rapproche beaucoup du *C. bifurcatum* : la figure 1 de la planche 123 montre que comme dans ce dernier, les côtes, régulièrement bifides sur la plus grande partie de la coquille, possèdent vers l'extrémité de la loge, des côtes externes intercalaires, de telle façon qu'à une côte ombilicale correspondent trois côtes externes. Je n'ai jamais observé ce caractère

sur les échantillons typiques des *Cosmoceras* de Bayeux, d'Isenay et de Saint-Maixent. A noter que dans la planche de d'Orbigny, l'échantillon vu de profil ne correspond pas à celui vu à plat : ce dernier ayant sa dernière loge complète et l'autre montrant encore des cloisons à l'extrémité du dernier tour.

Je ne crois pas que le dessin des cloisons du *Cosmoceras Garanti* ait été donné : voici, figure 1, celui d'un échantillon du Bajocien supérieur de Saint-Maixent.

#### *COSMOCERAS BIFURCATUM* ZIET.

Je viens de dire que je serais tout disposé à identifier l'espèce de Zieten et celle de d'Orbigny : je dois d'ailleurs rappeler que les deux figures de la planche 123 de ce dernier auteur ne se rapportent pas au même échantillon : la figure 1 représente un individu avec sa bouche et la figure 2 un autre cloisonné jusqu'à son extrémité.

Je rapporte à cette espèce un échantillon qui se trouve dans le lot de fossiles d'Isenay qui me fut donné par l'exploitant : la gangue étant formée par un calcaire marneux blanc-jaunâtre, il ne provenait évidemment pas d'Isenay où l'oolithe ferrugineuse du Bajocien supérieur repose directement sur le calcaire à Entroques. Très probablement il avait été extrait des calcaires marneux qui, dans les environs de Moulins-Engilbert, surmontent le calcaire à Entroques.

Il se rapproche des formes recueillies dans la tranchée des Fontenelles près Niort et dont R. Douvillé a donné une figuration (pl. IV, fig. 5). Il est seulement de plus grande dimension : 85 mm. de diamètre avec un ombilic de 30 mm., la hauteur du tour à l'extrémité est de 32 mm. et l'épaisseur de 24.

#### *COSMOCERAS BACULATUM* QUENSTEDT

10 échantillons de Saint-Honoré ; la plupart se rapportent bien à la fig. 5, pl. II de Robert Douvillé.

Les côtes sont trifides, ou bifides avec une côte intercalaire, sur les premiers tours ; elles deviennent ensuite bifides jusque vers l'extrémité de la loge dont les trois dernières côtes sont moins marquées que les précédentes, avec intercalation d'une petite côte sur le bord externe.

Sur le dernier tour la spire de l'ombilic s'élargit plus rapidement et le péristome est précédé d'un rétrécissement de la coquille.

Un caractère bien spécial de cette espèce est l'élargissement

très prononcé du méplat siphonal vers le milieu du dernier tour : il est encadré d'abord par les tubercules relativement saillants de l'extrémité des côtes. Puis ces tubercules s'atténuent et finalement s'effacent à l'extrémité de la loge ; en même temps la largeur du méplat diminue, celui-ci disparaît complètement un peu avant le péristome de sorte que les côtes de chaque flanc se rejoignent sur le contour externe.

On pourrait distinguer des variétés basées sur la disparition plus ou moins hâtive des tubercules placés au point de bifurcation.

#### *COSMOCERAS LONGOVICENSE* STEINMANN

Deux échantillons de la Chalotte : dans la première période de son développement cette espèce ressemble à la précédente, mais elle s'en distingue par sa forme moins massive et son ombilic plus large. La multiplication des côtes sur le bord externe se poursuit dans l'adulte, contrairement à ce qui se passe chez l'autre.

#### *COSMOCERAS CAUMONTI* D'ORBIGNY

Un fragment d'échantillon bien caractérisé de Saint-Honoré.

#### GENRE *Parkinsonia*

L'étude de ce groupe est certainement très complexe en raison de la multiplicité des espèces créées, des confusions qui existent entre ces diverses espèces, souvent interprétées de manières différentes, confusions aggravées par le défaut de précision dans les diagnoses. Pour débrouiller ce groupe, il faudrait reprendre le travail par la base, reviser les espèces existantes, parfois en réduire le nombre, parfois aussi en ajouter quelques-unes et enfin bien préciser chaque type et les limites de sa variabilité.

Je n'ai pas la prétention d'entreprendre cette tâche qui dépasserait le cadre de la présente note. D'ailleurs je n'ai pas en ce moment des matériaux assez nombreux à ma disposition pour arriver à séparer, dans les diverses formes si variées que j'ai sous les yeux, celles qui doivent être groupées pour constituer des espèces bien définies et réellement distinctes. Je me bornerai donc à rattacher à des formes déjà précisées ceux des échantillons pour lesquels aucune confusion n'est possible.

Comme exemple des difficultés que l'on rencontre je prendrai l'*Am. Parkinsoni* : depuis la création de cette espèce, en 1821,

par Sowerby, il a été décrit et figuré beaucoup d'échantillons sous ce nom par d'Orbigny, Schlippe, Clerc, ... : aucun d'eux ne correspond au type primitif.

Pourtant en 1908 il avait été donné, dans les Mémoires de la *Palæontological Society* <sup>1</sup>, une reproduction de l'échantillon original de Sowerby, mais il ne semble pas que cette publication ait été remarquée : en tout cas il n'en a été tenu aucun compte.

En 1911, Wetzel a proposé le nom de *Parkinsonia d'Orbignyana*, pour la forme représentée par d'Orbigny sous le nom d'*Am. Parkinsoni*, mais l'échantillon qu'il a lui-même figuré sous ce nom (*loc. cit.*, pl. xvi, fig. 1) ne paraît pas présenter les caractères du type de d'Orbigny. D'ailleurs antérieurement M. S. Buckman <sup>2</sup> avait proposé le nom de *rarecostatus* pour la forme de d'Orbigny. En outre il faut remarquer que celle-ci est bien mal définie, car les deux figures, 1 et 2, de la pl. 122 de la Paléontologie française ne concordent pas ensemble. La figure 1 représente en demi-grandeur, un échantillon avec sa bouche et la fig. 2 un échantillon possédant des cloisons jusqu'à son extrémité. Peut-être conviendrait-il d'écarter complètement de la nomenclature la forme de d'Orbigny.

Beaucoup d'auteurs ont réuni dans le même groupe les *Parkinsonia* et les *Cosmoceras* et on a souvent confondu les *Am. Garanti* et *Am. Parkinsoni*. Cependant ces deux groupes sont bien distincts : dans le premier les côtes ne se correspondent pas de chaque côté de l'interruption siphonale, alors qu'il y a correspondance chez les *Cosmoceras*. De plus les lignes suturales sont bâties sur un plan différent, comme le montrent les figures que j'en donne.

La coquille d'échantillons adultes de *Parkinsonia* présente parfois des contractions accidentelles, qui correspondent probablement à l'emplacement d'anciennes bouches, mais ces contractions, peu prononcées, sont bien différentes des sillons transverses si nets de certains *Perisphinctes*, des *Bigotites*, des *Reinœckia*.

La loge d'habitation occupe en général les deux tiers du dernier tour et parfois peut dépasser un tour.

Dans les *Parkinsonia* on pourrait, il me semble, distinguer deux sections.

Une première formée par les individus à ombilic relativement large, à flancs presque plats et généralement peu épais chez les adultes. A ce groupe appartient l'*Am. Parkinsoni* Sow., mais

1. Type specimens of inferior oolite Ammonite. Pl. V, fig. 1.

2. 1881. S. BUCKMAN. *Am. J. O. Dorset. Quart. J. Geol. Soc.*, XXXVII. p. 599.

1892. S. BUCKMAN. *Baj. Sherborne, Quart. J. Geol. Soc.*, XLIX, p. 496.



c'est peut-être l'espèce de cette section qui a l'ombilic le plus étroit ( $\frac{d}{D} = 0,42$ ).

La seconde comprendrait les formes à tours généralement épais, à flancs bombés, à ombilic étroit. Chez *P. wurtembergica*  $\frac{d}{D}$  varie de 0,27 à 0,35 ; chez *P. neuffensis* (échantillon de Bayeux) il varie de 0,30 à 0,43.

Au point de vue de l'ornementation, on trouve des formes à côtes raides et radiales, d'autres au contraire arquées et inclinées vers l'avant. Le point de bifurcation peut être plus ou moins éloigné de l'ombilic, plus ou moins net, marqué ou non par un petit tubercule : il peut y avoir des côtes simples intercalées entre les bifides ; enfin il peut se produire une multiplication de côtes secondaires sur le bord externe.

Chez les jeunes le point de bifurcation des côtes est presque toujours orné d'un petit tubercule ; celui-ci s'atténue et disparaît plus ou moins vite quand la coquille grandit ; on y observe encore, d'ordinaire, une alternance assez régulière de côtes simples et bifides : cette alternance disparaît le plus souvent chez les adultes.

Ces deux caractères, présence de tubercules aux points de bifurcation et alternance de côtes simples et bifides, m'ont semblé ne pas comporter assez de constance et de régularité pour constituer des caractères spécifiques : ils correspondent à des variations individuelles.

#### *PARKINSONIA PARKINSONI* Sow.

J'ai reçu du British Museum un très bon moulage de l'échantillon de Sowerby et je me fais un devoir de renouveler ici mes bien vifs remerciements au Directeur de cet établissement pour l'amabilité avec laquelle il a bien voulu me fournir ce document.

C'est une forme à ombilic moyen  $\frac{d}{D} = 0,42$ , à tours élevés et assez épais  $\frac{E}{H} = 0,69$ , à flancs presque plans convergeant légèrement vers l'extérieur, à côtes inclinées vers l'avant et faiblement arquées, tantôt simples, tantôt se bifurquant au voisinage du bord siphonal. La courbure des côtes se poursuit régulièrement de l'ombilic vers le contour externe et est seulement un peu plus accentuée en arrivant sur ce dernier.

Voici les dimensions de l'échantillon de Sowerby :

$$D = 120 \quad d = 50 \quad H = 40 \quad E = 28 \quad H^1 = 25$$

Cette espèce est bien représentée à Bayeux par de nombreux échantillons dont beaucoup exactement conformes au type de

Sowerby : je crois que l'on doit encore y rapporter des formes à côtes plus fortes et plus espacées que l'on trouve dans ce gisement.

A Isenay on rencontre une variété à tours plus étroits, à côtes plus infléchies en avant et moins serrées; on peut la rapprocher de l'échantillon figuré par Quenstedt (Am..., pl. 71, fig. 21). Dans le Bathonien inférieur du Mousseau et de Saint-Benin d'Azy, on rencontre des formes assez voisines des précédentes mais qui peut-être constituent une mutation; mes matériaux sont insuffisants pour que je puisse me prononcer sur ce point.

Je crois qu'il y a lieu de rapporter à l'espèce de Sowerby l'échantillon figuré par Schlippe sous le nom de *Parkinsonia ferruginea*<sup>1</sup>.

#### *PARKINSONIA SUBARIETIS* WETZEL

1911. WETZEL. Parkinsonischichten..., p. 187, pl. XIII, fig. 18 et 19, pl. XIV, fig. 1-8, pl. XV, fig. 1 et 2.

Je considère *P. arietis* et *P. acris* du même auteur comme variétés de cette espèce. J'ai pris cette dernière comme type parce qu'elle représente assez bien la forme moyenne et qu'en outre elle est basée sur l'examen d'une centaine d'échantillons, tandis que *P. arietis* ne repose que sur deux. Wetzel constate d'ailleurs qu'il y a des formes intermédiaires entre ces trois types.

Cette espèce est caractérisée par ses tours étroits et croissant très lentement, par ses côtes fortes, raides et radiales et par l'angle très net qu'elles forment, au point de bifurcation, avec les branches terminales qui s'en détachent.

Elle est bien représentée dans l'oolithe ferrugineuse de Bayeux.

#### *PARKINSONIA SCHLIPPEI* ROLLIER

1911. ROLLIER. Les faciès du Dogger, p. 297.

M. Rollier a proposé ce nom pour l'échantillon figuré par Schlippe (*loc. cit.*, pl. IV, fig. 5) sous le nom de *P. Parkinsoni* alors qu'une identification est certainement impossible avec le type de Sowerby.

Wetzel rapporte à son *P. subarietis* la forme de Schlippe qui en est nettement différente par ses côtes inclinées vers l'avant, moins raides et sans angle prononcé au point de bifurcation. En raison des analogies des deux formes on peut considérer le

1. SCHLIPPE. Die Fauna d. Bathonien. *Abh. z. geol. Specialkarte von Elsass-Lothringen*, IV, 211, pl. VI, fig. 2, non fig. 3.

*P. Schlippei* comme mutation de l'autre espèce, car il est cantonné, à ma connaissance, dans le Bathonien inférieur.

Je le trouve bien caractérisé dans l'oolithe ferrugineuse de Saint-Benin d'Azy et je donne ci-dessous le dessin de sa ligne suturale d'un échantillon de cette localité.

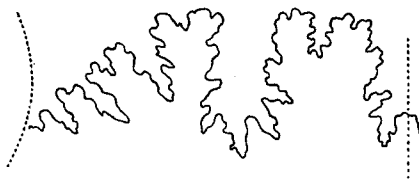


FIG. 2. — Cloison de *Parkinsonia Schlippei* ROLLIER. — Gr. : 2.

### *PARKINSONIA DENSIGOSTA* SCHLIPPE

1886-1887. *Ammonites Parkinsoni densicosta* QUENSTEDT. *Am. Schw.*, pl. 72, fig. 1.

1911. SCHLIPPE. *Die Fauna d. Bath.*, p. 217, pl. IV, fig. 2.

Forme caractérisée par ses côtes très serrées, légèrement arquées et infléchies en avant, quelques-unes simples, les autres très régulièrement bifurquées à mi-hauteur des flancs, sans tubercule au point de bifurcation. Bayle en a figuré un bel échantillon de Bayeux (pl. LXVII, fig. 1) sous le nom de *P. neuffensis* : j'en possède un échantillon de petite taille du même gisement.

Le nombre des côtes ombilicales est d'environ 76 tandis qu'il ne dépasse pas 45 dans les autres espèces.

### *PARKINSONIA NEUFFENSIS* OPPEL

On a compris sous ce nom des formes qui en réalité doivent être séparées et qui d'ailleurs occupent des niveaux différents.

Je propose de le conserver pour les formes du Bajocien supérieur qui, en particulier, sont très bien représentées et en nombreux exemplaires dans l'oolithe ferrugineuse de Bayeux. Elles atteignent une taille considérable et Wetzell signale des échantillons ayant 500 mm. de diamètre.

Ce sont des formes à ombilic plus ou moins grand, caractérisées par des flancs bien convexes, des côtes fortes, arrondies, sans tubercules au point de bifurcation, au moins dans des échantillons de taille déjà très petite, par la multiplication des côtes sur le bord externe, 3 et même 4 côtes périphériques correspondant à une côte ombilicale. Puis à partir d'un certain diamètre

les côtes s'effacent, d'abord dans la région médiane des flancs, puis dans la région externe, en même temps les côtes ombilicales deviennent indistinctes et finalement la coquille est complètement lisse.

L'ombilic est assez variable : il y a des formes à grand et d'autres à petit ombilic.

Voici les caractéristiques de quelques échantillons de Bayeux de ma collection.

$$\text{I. — } D = 250 \text{ mm. } d = 94 \text{ H} = 84 \text{ E} = 50 \frac{d}{D} = 0,36 \frac{E}{H} = 0,59$$

Cet échantillon montre des cloisons jusqu'à son extrémité, ce qui indique que complet il aurait au moins 400 mm. de diamètre. Vers le commencement du dernier tour, il y a 3 à 4 côtes externes pour 1 côte ombilicale. La coquille est complètement lisse à son extrémité.

$$\text{II. — } D = 200 \text{ mm. } d = 86 \text{ H} = 60 \text{ E} = 42 \frac{d}{D} = 0,43 \frac{E}{H} = 0,70$$

La multiplication des côtes se fait vers les deux tiers de la hauteur des flancs à partir de l'ombilic : on compte sur le dernier tour 49 côtes ombilicales. Vers l'extrémité de ce tour les côtes commencent à s'effacer dans la région médiane des flancs.

$$\text{III. — } D = 200 \text{ mm. } d = 90 \text{ H} = 80 \text{ E} = 54 \frac{d}{D} = 0,45 \frac{E}{H} = 0,60$$

42 côtes ombilicales. Les côtes s'effacent sur la dernière moitié du dernier tour.

$$\text{IV. — } D = 150 \text{ d} = 56 \text{ H} = 55 \text{ E} = 43 \frac{d}{D} = 0,37 \frac{E}{H} = 0,78$$

A D = 120 les côtes sont trifidés ; vers l'extrémité de la coquille les côtes s'atténuent dans la région médiane des flancs.

#### PARKINSONIA FERRUGINEA OPPEL

Schlippe après avoir montré que Schloenbach avait pris à tort comme type de l'espèce d'Oppel l'*Am. Parkinsoni depressus* (Quenstedt, Cephalopoden, pl. 11, fig. 5), alors que celui-ci avait désigné l'*Am. Parkinsoni planulatus* (Quenstedt, Cephalopoden, pl. 11, fig. 3) a cru devoir cependant proposer un nouveau type, l'*Am. Parkinsoni planulatus*, pl. 63, fig. 8, du « Jura » de Quenstedt, qui est différent de celui des « Cephalopoden » parce que, dit-il<sup>1</sup>, ce dernier est certainement le jeune de l'*Am. Parkinsoni compressus* (= *Am. wurtembergicus* OPPEL).

Schlippe n'avait aucunement le droit d'écarter le prototype et la raison qu'il émettait était sans valeur car si l'on rapproche les fig. 3 (*Am. Parkinsoni planulatus*) et fig. 5 (*Am. Parkinsoni*

1. SCHLIPPE, *loc. cit.*, p. 205.

*compressus*) on voit qu'elles appartiennent à des formes nettement distinctes. L'allure des côtes est différente : dans la dernière espèce il y a bifurcation et tubercule au point de bifurcation ; les côtes externes sont légèrement rejetées en arrière. Il n'en est pas de même dans la première où il y a seulement intercalation de côtes courtes entre les côtes principales. L'échantillon jeune de *P. wurtembergica* figuré par Schlippe (sous le nom de *P. compressa*) pl. v, fig. 2 suffit pour faire ressortir la différence des deux formes, bien qu'il ne reproduise pas complètement l'allure exacte des côtes.

J'ai des échantillons jeunes de cette espèce qui concordent parfaitement avec la figure de Quenstedt prise comme type par Oppel.

Je considère comme une bonne représentation de cette espèce à l'état adulte les fig. 3 a et 3 b de la planche xxviii de Schlønbach, rapportées par lui à *Am. neuffensis*. Les échantillons figurés proviennent du Bathonien inférieur d'Eimen. Le *P. ferruginea* paraît en effet localisé dans ce niveau et, par suite, peut être considéré comme une mutation du *P. neuffensis* avec lequel il présente une grande analogie. Il en diffère par ses côtes ombilicales moins nombreuses et par suite plus espacées : la multiplication des côtes sur le bord externe se produit aussi plus tôt et les tours deviennent lisses à une taille plus faible.

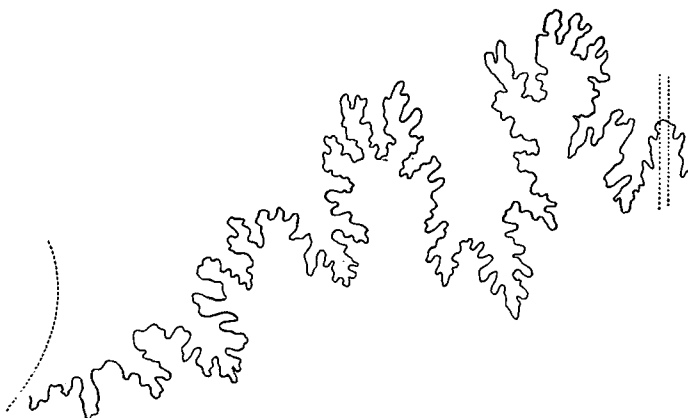


FIG. 3. — Cloison de *Parkinsonia ferruginea* OPPEL. — Gr. : 1,9.

D'après la figure de Schlønbach les dimensions caractéristiques de l'échantillon d'Eimen sont :

$$D = 97 \quad d = 33 \quad H = 36 \quad E = 29 \quad \frac{d}{D} = 0,34 \quad \frac{E}{H} = 0,80$$

Un échantillon du Mousseau me donne :

$$D = 140 \quad d = 40 \quad H = 57 \quad E = 40 \quad \frac{d}{D} = 0,28 \quad \frac{E}{H} = 0,70$$

et un échantillon de l'oolithe ferrugineuse de Saint-Benin :

$$D = 131 \quad d = 42 \quad H = 55 \quad E = 38 \quad \frac{d}{D} = 0,32 \quad \frac{E}{H} = 0,68$$

Je donne, figure 3, la ligne suturale d'un échantillon de Saint-Benin.

*PARKINSONIA WURTEMBERGICA* OPPEL

Oppel a pris comme type de cette espèce, l'*Am. Parkinsoni compressus* de Quenstedt (Cephalopoden..., pl. 11, fig. 4) qui représente un échantillon jeune ( $D = 64$ ) mais sur lequel l'ornementation a déjà commencé à évoluer.

En 1878, Bayle a donné (pl. 69) le dessin d'un bel échantillon adulte.

En 1886, Quenstedt (Amm...) a figuré de nombreux exemplaires de cette espèce : échantillons de grande taille, pl. 72, fig. 12 ( $D = 165$ ), fig. 14 ( $D = 72$ ), fig. 15 ( $D = 172$ ) et pl. 73, fig. 1 ( $D = 230$ ) sous le nom d'*Am. Parkinsoni foveatus* et fig. 2 un fragment ( $H = 120$ ) sous le nom d'*Am. Parkinsoni lævissimus*.

En 1888, Schlippe, proposant d'ailleurs à tort le nom de *Parkinsonia compressa*, à cause de la première désignation trinominale de Quenstedt, a figuré un échantillon jeune de Bouxviller, pl. v, fig. 2 ( $D = 26,5$ ). L'allure des côtes me paraît imparfaitement rendue, car dans une série d'échantillons pyriteux du Bathonien inférieur d'Eimen (Hils), de tailles variées, depuis  $D = 12$  jusqu'à  $D = 45$ , les côtes externes montrent après la bifurcation un léger rejet en arrière qui est très caractéristique et qui me paraît spécial à cette espèce : je ne le vois pas reproduit dans la figure de Schlippe.

La section des tours de cette espèce est semi-ovale, l'épaisseur la plus grande se trouvant à l'ombilic ; elle diminue ensuite assez rapidement jusque vers le bord externe où elle devient relativement faible.

L'ornementation consiste en côtes tantôt simples, tantôt bifides, mais sans alternance régulière. Le point de bifurcation est situé à peu près à mi-hauteur des flancs ou un peu plus haut. Puis s'intercalent sur le bord externe des côtes supplémentaires. Vers le diamètre de 40 à 50 mm. les côtes internes s'atténuent progressivement et disparaissent, tandis que les côtes externes diminuent de longueur et se réduisent à des côtes marginales très courtes. Finalement, la coquille, qui peut atteindre une très grande taille, devient complètement lisse.

J'avais pensé que peut-être cette espèce pouvait être regardée comme une variété à très petit ombilic du *Parkinsonia ferrugi-*

nea, chez lequel on rencontre des formes à ombilic très étroit. La comparaison d'échantillons des deux espèces exclut cette manière de voir : l'évolution de leur ornementation est absolument différente ; l'allure des côtes chez les jeunes n'est pas la même ; enfin leurs lignes suturales sont très dissemblables, même quand on examine des individus de *P. ferruginea* à très petit ombilic.

R. Douvillé a figuré la ligne suturale d'un échantillon de petite taille d'Eimen (de ma collection) (Cosmocératidés, page 4, fig. 2). Je donne ci-dessous le dessin des cloisons d'un échantillon de taille moyenne de l'oolithe ferrugineuse de Saint-Benin d'Azy.

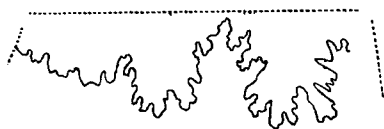


FIG. 4. — Cloison de *Parkinsonia wurtembergica* OPPEL. — Gr. : 1,65.

On voit que cette ligne suturale se distingue de celles de tous les autres *Parkinsonia* par sa forme massive et la largeur de ses lobes et de ses selles : elle offre avec elles le même rapport que celui signalé par R. Douvillé (Cosmocératidés, p. 65, fig. 18, 19 et 20) entre celle de *Cosmoceras Jason* et celles des autres *Cosmoceras*.

Je remarque une différence entre les lignes suturales d'échantillons de Saint-Benin d'Azy et d'Eimen de même taille : dans ce dernier gisement les éléments sont plus finement dentelés.

Voici les données numériques caractéristiques d'un certain nombre d'échantillons de cette espèce.

D'après Schlippe (Fauna d. Bath., p. 214) :

$$D = 23 \frac{d}{D} = 0,35 \frac{E}{H} = 1 \quad D = 55 \frac{d}{D} = 0,27 \frac{E}{H} = 0,65$$

$$D = 27 \frac{d}{D} = 0,33 \frac{E}{H} = 0,81 \quad D = 135 \frac{d}{D} = 0,18 \frac{E}{H} = 0,35$$

Pour une série d'échantillons d'Eimen de ma collection, je trouve :

$$D = 14 \frac{d}{D} = 0,25 \frac{E}{H} = 1 \quad D = 36 \frac{d}{D} = 0,26 \frac{E}{H} = 0,75$$

$$D = 20 \frac{d}{D} = 0,32 \frac{E}{H} = 0,81 \quad D = 102 \frac{d}{D} = 0,13 \frac{E}{H} = 0,60$$

$$D = 22 \frac{d}{D} = 0,38 \frac{E}{H} = 0,51$$

Un échantillon des environs de Cuffy (Cher) donne :

$$D = 68 \frac{d}{D} = 0,16 \frac{E}{H} = 0,67$$

et deux échantillons à peu près de même taille de Saint-Benin d'Azy

$$D = 137 \frac{d}{D} = 0,18 \frac{E}{H} = 0,44$$

Cette espèce n'existe pas dans le Bajocien : dans le Centre et l'Ouest de la France, elle est cantonnée dans le Bathonien inférieur : dans l'Est, elle monte jusque dans le Bathonien supérieur (1883. Wohlgemuth, Jurassique moyen à l'Est du Bassin de Paris, p. 129).

*PARKINSONIA POSTERA* SEEBACH

Cette espèce de Seebach (1864, Hann. Jura, p. 150, pl. 10, fig. 3) a été rapportée à tort par Schläenbach à l'*Am. neuffensis* OPPEL.

Plus tard Schlippe (*loc. cit.*, p. 216) a proposé le nom de *Park. Schläenbachi* pour l'échantillon d'Eimen figuré par Schläenbach (Beitr. z. Pal., pl. XXIX, fig. 1) sous le nom de *Park. ferruginea* OPPEL, mais qui est nettement différent du type précisé par ce dernier.

J'exclus d'ailleurs l'échantillon de la pl. XXVIII, fig. 4, qui représente un individu malade.

L'examen de la figure de Seebach et sa comparaison avec celle de Schläenbach m'amènent à identifier les deux espèces, ce qui conduit à reprendre le nom le plus ancien, celui d'*Am. posterus*.

Une bonne figuration de cette espèce est donnée par Schläenbach (*loc. cit.*, pl. XXIX, fig. 1) et aussi par Schlippe (*loc. cit.*, pl. IV, fig. 4) : je crois qu'il n'y a pas lieu d'en séparer les échantillons représentés sur la même planche, fig. 1, 2 et 3 (*non* fig. 5) et rapportés à tort à *P. Parkinsoni*.

Ce type diffère nettement des autres espèces du genre *Parkinsonia* par ses tours très épais et la forme de leur section, par ses côtes très vigoureuses, espacées, bifurquées à mi-hauteur des flancs et fortement tuberculées au point de bifurcation, les tubercules disparaissant d'ordinaire assez tardivement. A partir d'une certaine taille, une côte supplémentaire externe s'intercale de distance en distance, de sorte que l'on a une alternance irrégulière de 2 et 3 côtes externes pour une côte ombilicale. Il y a des variétés à côtes moins prononcées et plus serrées que dans l'échantillon représenté par Schläenbach.

Cette espèce paraît localisée dans le Bathonien inférieur : je ne la connais d'aucun gisement bajocien. Je l'ai rencontrée à Chaudon (Basses-Alpes). J'en ai des échantillons assez nombreux de Saint-Honoré-les-Bains, de Saint-Benin d'Azy et de Sainte-Pezenne.

Voici les données numériques caractéristiques pour un certain nombre d'échantillons :



Échantillons d'Eimen, d'après Schlœnbach. D = 152 $\frac{d}{D} = 0,43$ $\frac{E}{H} = 0,88$ D = 46 $\frac{d}{D} = 0,32$ $\frac{E}{H} = 0,78$ D = 22 $\frac{d}{D} = 0,36$ $\frac{E}{H} = 1$	Échantillon de Saint-Benin d'Azy. D = 115 $\frac{d}{D} = 0,39$ $\frac{E}{H} = 1$ Échantillon de Sainte-Pézenne. D = 77 $\frac{d}{D} = 0,36$ $\frac{E}{H} = 1$
--	---

### GENRE *Bigotites*

Ce genre intéressant a été créé récemment par M. C. Nicolesco (1917. Sur un nouveau genre de Perisphinctidé. *B. S. G. F.*, (4), XVI, p. 153-179) sous le nom de *Bigotella* qu'il a changé ensuite, pour cause de préemploi, en celui de *Bigotites* (*C. R. som. des séances de la S. G. F.*, 18 janvier 1918, p. 36).

M. Nicolesco a étudié minutieusement les caractères de ce genre : je ne crois pas qu'il y ait lieu de considérer comme essentielles la présence de sillons transverses, non plus que l'interruption des côtes sur le milieu de la région ventrale, mais je regarde comme très caractéristique l'allure de celles-ci sur le pourtour externe où elles passent avec une forte inflexion vers l'avant de manière à y dessiner un chevron bien marqué. Sans être toujours interrompues dans cette région, elles y sont d'ordinaire très affaiblies.

Ce genre est caractéristique du Bajocien supérieur et ne passe pas, à ma connaissance, dans le Bathonien inférieur. J'en possède des représentants, non seulement de l'oolithe ferrugineuse de Bayeux et de May, mais aussi du département des Deux-Sèvres et de la Nièvre. Je les avais classés séparément dans ma collection et j'ai vu avec plaisir M. Nicolesco établir nettement la position systématique de ce genre : dans mes échantillons, les uns se rattachent aux formes distinguées par M. Nicolesco, d'autres en sont bien différents et atteignent même une taille considérable.

Parmi les formes de Bayeux, il s'en trouve une qui se rencontre à Isenay et que je propose de désigner sous le nom de

#### *BIGOTITES NICOLESCOI* n. sp.

PL. XIV, FIG. 5, 6a, 6b.

Elle se distingue de celles décrites par une hauteur plus grande des tours, par des côtes arquées plus infléchies en avant, fines, saillantes, se bifurquant à peu près à mi-hauteur des flancs. A un stade ultérieur, des côtes s'intercalent dans la région externe, de

telle sorte qu'à une côte ombilicale correspondent trois côtes externes. Il y a des variétés plus ou moins épaisses, à costulation plus ou moins fine.

#### SOUS-GENRE *Grossouvreia*

Créé en 1899 par J. v. Siemiradzki (Ammonitengattung Perisphinctes, p. 76 et p. 79). Si l'on en exclut l'*Am. Defrancei* qu'il rattache aux *Perisphinctes*, à tort, à mon avis, car je considère cette espèce comme étant un *Morphoceras*, le représentant le plus ancien de ce genre est le *Per. aurigerus* du Bathonien inférieur, forme très abondante dans tous les gisements de cet âge en France.

#### GROSSOUVREIA AURIGERA OPEL

PL. XV, FIG. 3-8.

Oppel (1856-1858, Juraformation, p. 476) a pris comme type de cette espèce l'*Am. Backeriæ* D'ORB. (Ter. jur. pl. 149, fig. 1, non fig. 2, 3, non pl. 148) : elle a été assez bien figurée par Kudernatsch (1852, Swinitza, pl. 3, fig. 7-10) sous le nom d'*Am. convolutus parabolii*. C'est aussi l'espèce décrite par Seebach sous le nom d'*Am. procerus* (Hannoversche Jura, p. 155, pl. 10, fig. 1 et 2) : le dessin qu'il en donne, bien qu'un peu schématique, fait clairement voir les caractères de son espèce notamment l'alternance régulière de côtes simples et bifides<sup>1</sup>. Je figure d'ailleurs (Pl. XV, fig. 4) un échantillon jeune d'Eimen et à côté (Pl. XV, fig. 3) un autre de Saint-Benin d'Azy qui est absolument identique.

Les premiers tours sont caractérisés par l'alternance régulière de côtes simples et bifides et le rejet en arrière des côtes externes après la bifurcation ; puis elles reviennent légèrement en avant et passent normalement sur la région ventrale en y dessinant d'ordinaire un léger sinus. Cette allure des côtes différencie nettement cette espèce de celles du groupe des *Procerites* chez lesquelles les côtes sont toujours régulièrement bifides dans les jeunes et jamais rejetées en arrière après la bifurcation. La section de l'*Ammonites procerus* du Hannovre est semi-ovale à une taille à laquelle celle des *Procerites* est généralement encore plus épaisse que haute. Il ne saurait donc y avoir aucune confusion entre les deux espèces.

1. Voici d'ailleurs la diagnose de Seebach : « Dieser Planulat steht der folgenden Art (*Am. curvicosta*) nahe, unterscheidet sich aber durch den mehr eiförmigere Querschnitt und die zahlreicheren feineren Rippen, von denen während der mittleren Lebensalter stets eine and die andere an dem Rücken sich gabelt. »

Le *Gr. aurigera* est excessivement polymorphe et l'on pourrait y choisir un nombre très grand de formes suffisamment distinctes pour en faire des types spécifiques : il y a des variétés à plus ou moins grand ombilic, à côtes fines ou à côtes fortes et espacées, à côtes raides, ou un peu ondulées, parfois même légèrement falculiformes.

Il y en a avec très rares tubercules paraboliques (Pl. XV, fig. 5), d'autres avec tubercules peu prononcés, ou au contraire très saillants et parfois se transformant en expansions épineuses. Je fais figurer un échantillon (Pl. XV, fig. 8) chez lequel les tubercules sont si rapprochés qu'il présente un faciès tout particulier et que si on le comparait avec une forme à côtes fines et à tubercules peu saillants, on serait étonné de voir deux formes si dissemblables classées dans la même espèce.

La taille définitive de cette espèce paraît varier entre des limites assez étendues, mais ne pas dépasser un diamètre de 100 mm.

Les côtes vers l'extrémité de la loge deviennent plus fortes et plus raides : elles sont arrondies, larges, saillantes et ces caractères s'accroissent encore dans la partie qui passe sur le bord ventral.

La bouche présente une expansion latérale très large qui s'allonge en se réfléchissant vers le bord de la coquille, disposition très analogue à celle que M. H. Douvillé a fait connaître chez le *Morphoceras pseudo-anceps*.

J. v. Siemiradzki a déclaré impossible la forme de l'ouverture représentée par la figure de d'Orbigny et a considéré cette dernière comme œuvre de pure imagination. Cependant j'ai plusieurs échantillons qui, bien qu'incomplets, montrent que la figure de d'Orbigny ne doit pas s'écarter beaucoup de la réalité. Kuderatsch d'ailleurs dit que, dans un des échantillons de Swinitza, il a observé une forme d'ouverture qui concorde assez bien avec celle donnée par d'Orbigny. Dans les échantillons que je fais figurer (Pl. XV, fig. 6 et 7) les expansions latérales sont plus allongées que dans la figure de d'Orbigny.

Cette espèce, si abondamment représentée dans la plupart des gisements du Bathonien inférieur, mériterait d'être l'objet d'une petite monographie illustrée par un nombre de planches suffisant pour représenter toute une série d'échantillons, les variétés extrêmes et les formes intermédiaires qui les relie. Ce serait un commentaire intéressant sur la variabilité de l'espèce chez les Ammonites. L'examen qu'on en ferait conduirait à se demander si les espèces, souvent nombreuses, créées dans certains genres, sont bien réellement distinctes et ne sont pas rattachées par une série continue de formes intermédiaires à retrouver.

GENRE *Procerites*

Autre genre créé par J. v. Siemiradzki par démembrement du volumineux genre *Perisphinctes* qui comprend actuellement plusieurs centaines, bien près d'un millier d'espèces et qui a déjà été en 1899 l'objet de la monographie de Siemiradzki, grosse de 884 pages in-4°, et qui, bien que datant d'une vingtaine d'années porte déjà sur 363 espèces.

Ce nouveau genre a pour type l'*Am. procerus* tel que l'a entendu Schlœnbach et après lui un grand nombre de paléontologistes. Cet *Am. procerus* n'est pas du tout celui du créateur de cette espèce ainsi que j'ai eu l'occasion de le démontrer à diverses reprises<sup>1</sup> et ainsi que je viens de l'établir avec figures à l'appui.

Dès lors l'espèce de Schlœnbach ne doit pas conserver le nom de *procerus*. Bien qu'il paraisse peut-être singulier de donner le nom de *Procerites* à un groupe d'Ammonites qui ne comprend pas l'*Am. procerus*, il serait cependant contraire aux règles de la nomenclature d'écarter une dénomination générique qui s'applique à un ensemble bien défini.

J. v. Siemiradzki a en effet adopté pour l'*Am. procerus* l'interprétation de Schlœnbach qui là s'était trompé, comme il l'avait fait aussi pour *Am. ferrugineus*. En effet, comme le montre l'examen d'échantillons provenant du Hannovre et de divers gisements du Bathonien inférieur de la France, les premiers tours de l'*Am. procerus* de Schlœnbach ne ressemblent en rien à ceux du type de Seebach dont je viens d'indiquer les caractères. L'espèce de Schlœnbach montre un premier stade d'ornementation presque coronatiforme, rappelant l'ornementation de l'*Am. zig-zag* de Orbigny, puis à ce stade zigzagiforme en succède un autre perisphinctéforme dans lequel les côtes sont régulièrement bifurquées, et enfin un autre avec multiplication des côtes externes.

L'espèce de Schlœnbach doit donc changer de nom et j'ai proposé celui de *Schlœnbachi* (1907, *loc. cit.*).

*PRO CERITES ZIG-ZAG* D'ORB.

Cette espèce a été rapportée au genre *Stephanoceras*, puis on

1. A. DE GROSSOUVRE. Observation sur l'*Ammonites procerus* auct. C. R. sommaires des séances de la. S. G. F., p. xli, 7 mars, 1892. — Sur la variabilité de l'espèce chez les Ammonites. Sixième Congrès de l'Association Franc-Comtoise, 1907.

a créé pour elle le genre *Zigzagiceras*, mais ce dernier est de date postérieure à celui de *Procerites*, auquel l'*Am. zig-zag* doit être nécessairement réuni puisque l'espèce prise comme type du genre *Procerites* a un premier stade d'ornementation identique à celui du *zig-zag*.

Il y a évidemment dans cette espèce des variétés assez différentes les unes des autres : ainsi à Isenay et à Saint-Honoré où elle est plutôt rare, elle rappelle complètement la forme décrite par d'Orbigny ; mais au Mousseau, où elle est assez abondante elle se présente sous un aspect différent, car les tours croissent rapidement en épaisseur.

### *PROCERITES SCHLÖENBACHI* DE GROSS.

Cette forme est abondamment représentée dans un grand nombre de gisements du Bathonien inférieur, en particulier à Chaudon (Basses-Alpes), dans la Nièvre, le Cher, les Deux-Sèvres.

À côté des échantillons identiques au type de Schloenbach se placent d'autres variétés, mais les unes ne diffèrent que par un ombilic un peu plus large et des tours plus étroits, tandis que beaucoup sont tellement dissemblables qu'on peut se demander s'il n'y a pas nécessité de les prendre comme types de bonnes espèces.

Ce serait une étude à entreprendre, mais pour faire une monographie de cet ensemble il faudrait disposer d'un assez grand nombre de planches.

Je me suis donc borné dans mes listes de fossiles à prendre cette dénomination dans un sens très large, y comprenant avec le type figuré par Schloenbach (= *Procerites Schloenbachi*, *s. strict*) les formes très variées qui se placent autour de lui.

M. S. Buckman<sup>1</sup> en a précisé quelques-unes sous les noms de *Stephanoceras subprocerum*, *clausiprocerum*, *pseudoprocerum* et *crassizigzag* var.  $\alpha$  et  $\beta$ .

De cet ensemble si abondant dans le Bathonien inférieur on ne retrouve aucun représentant dans la partie supérieure de cet étage dans l'Ouest et le Centre de la France, tandis que dans l'Est on rencontre encore la forme typique, *Procerites Schloenbachi s. str.* dans les couches les plus supérieures du Bathonien (1883, Wohlgenuth, Jurassique moyen..., pp. 115, 116, 129 — sous le nom d'*Am. procerus*).

1. *Quart. Journ.*, p. 457. The morphology of *Stephanoceras zig-zag*, 1892.

### GENRE *Morphoceras*

Les caractères essentiels de ce genre me paraissent être les suivants :

Croissance très rapide en épaisseur des premiers tours de la coquille de sorte que la partie centrale de l'ombilic a la forme d'une dépression conique assez profonde, puis l'épaisseur croît très lentement dans les tours suivants et, dans le dernier, elle est sensiblement la même sur toute la longueur, parfois même inférieure à celle du tour précédent ; il en résulte que la dépression conique ombilicale, profonde au centre, s'étale sur le pourtour.

Ornementation souvent irrégulière : côtes partant d'une surélévation ou d'un petit tubercule sur le bord de l'ombilic et se bi- ou trifurquant à une distance plus ou moins grande de celui-ci.

Parfois, sillons transverses plus ou moins nombreux ; atténuation des côtes sur le bord externe ou même existence d'une bande siphonale lisse.

#### *MORPHOCERAS DEFRANCEI* D'ORB.

Espèce d'ordinaire classée comme *Perisphinctes*. Du Bajocien supérieur.

J'en possède un échantillon de Bayeux dont la gangue, par suite de la rareté des grains ferrugineux, indique qu'il provient de la partie supérieure de l'oolithe ferrugineuse, de la région où elle passe à l'oolithe blanche.

#### *MORPHOCERAS DIMORPHUM* D'ORB.

Du Bajocien supérieur. Dom Aurélien Valette a bien voulu me communiquer un échantillon de Bazoches, intermédiaire entre ceux représentés fig. 1 et fig. 7 de la pl. 141 de d'Orbigny, mais il ne montre pas d'interruption des côtes sur le bord ventral.

#### *MORPHOCERAS POLYMORPHUM* D'ORB.

Espèce abondamment représentée dans les couches fossilifères de la base du Bathonien, à Izenay, Saint-Honoré, Le Mousseau, Saint-Benin d'Azy, environs de Nevers... Sainte-Pézenne...

Il y a des formes plates comme celles représentées par d'Or-

bigny (pl. 124, fig. 1-6) et d'autres plus épaisses. Ornementation assez irrégulière, plus ou moins fine ou vigoureuse.

*MORPHOCERAS PSEUDO-ANCEPS* (EBRAY) H. DOUVILLÉ

Espèce également très abondante dans tous les gisements d'âge bathonien inférieur : assez polymorphe, ombilic plus ou moins large, tubercule ombilical plus ou moins accentué, côtes plus ou moins fines et serrées, ou vigoureuses, saillantes et espacées. Ces dernières formes appartiennent au type de Hehl, *M. sulcatum*.

*MORPHOCERAS TENUPLICATUM* BRAUNS

Je me réfère pour cette espèce à la figuration de Schloënbach : pl. XXIX, fig. 2 à 5, d'après des échantillons d'Eimen, dont l'ensemble me paraît former un groupement peu homogène et pour lequel je reste assez sceptique sur l'attribution au même type spécifique.

J'ai trois échantillons d'Eimen qui diffèrent assez notablement de ces figures. Un échantillon de 12 mm. 5 de diamètre semble bien près d'avoir acquis sa taille définitive, car l'épaisseur du dernier tour ne dépasse pas sensiblement celle de l'avant-dernier.

Le plus grand, de 23 mm. de diamètre, c'est-à-dire à peu près de la taille de celui représenté par la fig. 4, montre une ornementation bien différente et qui se rapproche davantage de celle des échantillons de la Nièvre dont je vais parler. Quant au grand échantillon fig. 2 de Schloënbach, il paraît très différent des autres par ce que l'on voit de la disposition des côtes sur les tours intérieurs.

*MORPHOCERAS TRANSYLVANICUM* SIMIONESCU *sp.*

Pl. XV, fig. 1 et 2a-2b.

Je rapporte à cette espèce de Simionescu (1905, Les Ammonites jurassiques de Bucegi, p. 27, pl. II, fig. 3) mes échantillons de la Nièvre. Elle diffère essentiellement de la précédente par ce caractère que les côtes sont à peu près normales aux tours dans les échantillons adultes au lieu d'être irrégulièrement inclinées.

Comme chez *M. Defrancei* l'ornementation est assez irrégulière sur les premiers tours. Les côtes ombilicales sont assez fortes et à chacune d'elles correspond, soit par bifurcation, soit

par intercalation, un faisceau de 3, 4 et même 5 côtes externes prenant naissance à une distance variable de l'ombilic.

Sur le dernier tour la costulation est plus régulière.

*MORPHOCERAS PINGUE n. sp.*

Pl. XIV, fig. 7a et 7b.

Comme complément à cette étude rapide des *Morphoceras* je crois devoir décrire, d'après un échantillon du Bathonien inférieur de Sainte-Pezenne, cette nouvelle espèce qui rappelle un peu l'échantillon de Schlønbach, pl. xxix, fig. 5, mais qui en diffère par son ornementation. Mon exemplaire est malheureusement incomplet par suite de la disparition des tours intérieurs; il à peu près atteint sa taille définitive, car la spirale de l'ombilic commence à se dérouler vers l'extrémité du dernier tour.

L'ornementation se compose de côtes partant d'un petit tubercule situé sur le bord de l'ombilic : de celui-ci se détachent, soit une côte simple, soit deux côtes légèrement arquées qui se subdivisent en deux ou trois côtes excessivement fines passant normalement sur le bord externe.

Sur le dernier tour, un sillon transverse très profond, arqué et infléchi en avant passe sur le bord externe en y dessinant un chevron.

*Coronati*

M. E. Mascke <sup>1</sup> a publié une note sommaire sur ce groupe dans lequel il distingue 3 familles et 21 genres. Comme caractéristique des familles il prend la forme de la bouche, de sorte qu'il classe dans les *Otoitidæ* toutes les formes avec languettes latérales, classification absolument artificielle à mon avis, car on sait que bien souvent dans une espèce donnée on rencontre des individus de petite taille, ayant une bouche avec languettes latérales; ceux-ci sont considérés par certains paléontologistes comme les mâles des individus de grande taille à bouche simple. Les *Otoitidæ* comprennent donc les formes naines d'espèces classées dans d'autres familles.

La multiplicité des genres proposés dans cette note me paraît excessive et le nombre annoncé de nouvelles espèces véritablement effrayant, 192, si je ne me suis pas trompé dans l'addition. Là encore on est en droit de craindre que la pulvérisation de

1. E. MASCKE. Die Stephanoceras-Verwandten in den Coronatenschichten von Norddeutschland. 1907.



l'espèce ne soit poussée à un haut degré : cependant on ne doit pas méconnaître qu'il serait utile de faire une revision des formes de *Coronati* existant dans le Bajocien et le Bathonien.

Quel nom générique faut-il leur donner ? Sur ce point, j'adopterai la manière de voir de R. Douvillé<sup>1</sup> et je les rapporterai au genre *Cadomites* (Munier-Chalmas, 1892) pris dans le sens le plus large, c'est-à-dire en y incorporant les formes naines rangées dans les *Normannites* à cause de leurs apophyses jugales.

Dans ce genre on peut distinguer deux séries :

L'une avec les formes à large ombilic, à tours dont la hauteur est sensiblement égale à l'épaisseur, telles que *Am. Humphriesi* Sow., *Am. Baylei* OPP., *Am. Freycineti* BAYLE.

L'autre avec les formes à ombilic relativement étroit, à tours épais, telles qu'*Am. subcoronatus* OPP. auquel doit être rattaché, je crois, *Am. Humphriesi in* D'ORB. (non Sow.) et *Am. linguiferus* D'ORB.

#### CADOMITES RECTELOBATUS v. HAUER

1857. F. VON HAUER. Palæontologische Notizen. Sitzber. d. math. naturw. Classe d. k. k. Ak. d. Wiss., XXIV, p. 145. pl. I, fig. 5, pl. II, fig. 10.

Cette espèce se rapproche de *Cad. linguiferus* par ses côtes externes, fines et nombreuses ; elle s'en distingue par ses côtes ombilicales plus fortes, moins nombreuses, par suite moins serrées, simplement arquées et non sinueuses. La rangée de tubercules qui les terminent est à peu près à mi-hauteur des flancs. tandis que chez *Cad. linguiferus*, elle est plus rapprochée de l'ombilic.

A cette espèce appartiennent des échantillons du Bathonien inférieur de Swinitza (Banat), qui ont été rapportés par Kudernatsch<sup>2</sup> à *Am. Humphresianus*, évidemment tel que l'interprétait d'Orbigny, mais en différant nettement par des côtes externes plus fines et beaucoup plus nombreuses.

Les échantillons figurés par M. Popovici-Hatzeg<sup>3</sup> sous le nom de *Stephanoceras rectelobatum* (pl. VI, fig. 5 et 10) me paraissent différer du type par la moindre longueur et l'allure plus sinueuse des côtes internes.

J'ai désigné sous le nom de *Cad. cf. rectelobatus* une série d'échantillons d'Isenay, de petite taille (pour le plus grand

1. R. DOUVILLÉ. Etudes sur les Cardiocératidés. *Mém. Soc. géol. de France. Paléontologie*, XIX, 2, p. 48. 1912.

2. KUDERNATSCH. Die Ammoniten von Swinitza, p. 13, Pl. III, fig. 5, 6. 1852.

3. POPOVICI-HATZEG. Céphalopodes du Jurassique moyen du Mont Strunga. *Mém. Soc. géol. de France, Paléontologie*, XIII, 3, 1905.

D = 25 mm.) qui rappellent cette espèce par l'allure plus raide de leurs côtes ombilicales, mais cette détermination reste pour moi incertaine en l'absence de matériaux de comparaison de même taille, appartenant bien à l'espèce considérée.

*CADOMITES LINGUIFERUS* D'ORB.

Le type de cette espèce provient du Bathonien moyen des environs de Luçon (Vendée) où cette espèce n'est pas rare. La fig. 1, pl. 136 de d'Orbigny est inexacte en ce sens qu'il a figuré une bouche avec languettes latérales, alors que celles-ci n'existent jamais dans les échantillons de cette taille : ils ont une bouche simple, analogue à celles que d'Orbigny a représentées chez son *Am. Humphresianus* et chez *Am. Deslongchampsii*. Il en résulte donc que le nom d'*Am. linguiferus* est assez impropre pour cette espèce et ne pourrait s'appliquer littéralement qu'aux échantillons de la race naine, bien représentés par d'Orbigny (pl. 136, fig. 4, 5). C'est évidemment l'existence de ces appendices buccaux dans les petits échantillons qui l'a amené à dessiner une bouche analogue pour celui de grande taille. À noter que la fig. 2 ne correspond pas à la fig. 1, cette dernière représentant un échantillon muni de sa bouche, tandis que la fig. 2 montre un échantillon avec cloisons à son extrémité.

*CADOMITES* cf. *LINGUIFERUS*

Je désigne sous ce nom des échantillons du Bathonien inférieur de Sainte-Pezenne et de la Vendée qui diffèrent du type de d'Orbigny par leurs côtes ombilicales plus écartées, beaucoup plus longues, car elles dépassent notablement la mi-hauteur des flancs. Leur ombilic est aussi plus large. Cette espèce manque dans le Bathonien inférieur de la Nièvre.

*CADOMITES LINGUIFERUS* POPOVICI-HATZEG non D'ORB.

L'échantillon figuré sous ce nom par Popovici-Hatzeg (*loc. cit.*, pl. VI, fig. 6) est bien différent du type de d'Orbigny. À chaque côte ombilical ne correspondent que deux, rarement trois, côtes externes, tandis que la multiplication est beaucoup plus grande dans l'espèce de la Paléontologie française. J'ai un échantillon du Mont Strunga qui présente bien le caractère de la forme dessinée par Popovici-Hatzeg et je le retrouve dans deux échantillons du gisement d'Isenay.

### GENRE *Oppelia*

Ce genre a été créé pour l'*Am. subradiatus* et les formes affines composant ce que Waagen a appelé la série de l'*Am. subradiatus* : elle débute dans le Bajocien inférieur par *Am. præradiatus* H. DOUVILLÉ, se continue dans le Bajocien supérieur par *A. subradiatus* Sow., dans le Bathonien inférieur par *Am. fuscus* QUENST. et dans le Bathonien supérieur par *Am. aspidoides* OPPEL. Nous avons donc là une succession de formes voisines, qui peuvent être considérées comme des modifications d'un même type et qui nous offrent, au cours des temps géologiques, un exemple analogue à celui des mutations obtenues dans le règne végétal par voie expérimentale; mutations qui, les unes et les autres, diffèrent assez peu de leur souche et pourraient être envisagées comme des espèces élémentaires, des espèces jordaniennes. Ce sont précisément des modifications légères que nous observons dans les trois dernières formes, si légères qu'un paléontologiste éminent, Schloenbach, a consacré<sup>1</sup> plusieurs pages à la démonstration de leur identité spécifique et qu'il a fallu la perspicacité de Waagen pour mettre en évidence les caractères qui les distinguent.

Cependant, tout récemment, M. François Favre<sup>2</sup> a combattu cette manière de voir et, s'appuyant sur l'examen d'échantillons bajociens de Sully près Bayeux et bathoniens de Domfront et de Saint-Maixent, il en a conclu d'abord que l'*Op. subradiata* passe, sans avoir subi aucune transformation, du Bajocien supérieur dans le Bathonien supérieur. Puis, au lieu de considérer *Op. aspidoides* comme dérivant d'*Op. fusca*, il l'a au contraire attribuée à une autre série débutant dans le Bajocien supérieur par une forme ayant une section des tours conforme à celle d'*Op. subradiata*, une cloison d'*Op. aspidoides* et une ornementation tenant à la fois de celles de ces deux espèces.

Sur le premier point, présence d'*Op. subradiata* dans le Bathonien et même dans sa partie supérieure, j'avoue que j'éprouve des doutes : j'ai visité à maintes reprises des gisements fossilifères, bajociens et bathoniens, en Normandie, dans la Sarthe, en Vendée, dans les Deux-Sèvres, dans la Nièvre, et nulle part je n'ai rencontré dans la même couche les *Op. subradiata* et *aspidoides*. Je reste donc sceptique en ce qui concerne la présence de la première de ces

1. SCHLOENBACH. Beiträge zur Paläontologie... Ueber neue und weniger bekannte jurassische Ammoniten, 1865.

2. FRANÇOIS FAVRE. Sur la coexistence d'*Oppelia subradiata* Sow. et d'*Oppelia aspidoides* OPPEL dans le Bajocien et le Bathonien. *B. S. G. F.*, (4), IX, p. 287, 1909.

deux espèces dans le Bathonien supérieur. Peut-être M. François Favre a-t-il été induit en erreur par des indications erronées sur la provenance des échantillons qu'il a examinés. Et, en particulier, je ne connais pas l'existence du Bathonien à *Op. aspidoides* dans la région de Saint-Maixent que j'ai pourtant explorée avec soin.

Je dirai plus : je n'ai jamais observé l'existence simultanée dans la même couche de deux mutations successives appartenant à la série en question. Ainsi, on a cru trouver, dans le dépôt d'oolithe ferrugineuse d'Isenay, la preuve de l'existence à la même date des *Op. subradiata* et *fusca*. Je crois avoir nettement démontré que cette affirmation résulte de ce que ce dépôt est formé par la superposition de deux niveaux isopiques d'âge différent, ainsi que le prouve suffisamment la disjonction de ces deux niveaux dans des localités très proches d'Isenay.

La forme du Bajocien de Bayeux que M. Favre a nommée *aspidoides* var. *bajocensis* (pl. 1, fig. 7) aurait avec la section d'*Op. subradiata* la costulation de cette espèce et celle d'*Op. aspidoides*, car elle a, dit-il, les côtes espacées de cette dernière espèce et les costules secondaires de la première : enfin sa cloison correspondrait à celle d'*aspidoides* par son grand degré de complication.

Or, je ferai observer que la costulation de cet échantillon ne diffère pas de celle qui caractérise l'*Op. subradiata* : le nombre de ses grandes côtes est sensiblement le même que celui de l'échantillon représenté même planche, fig. 1, et que M. Favre considère comme appartenant au type de l'espèce. Sa costulation est donc identique à celle de l'*Op. subradiata*.

Quant aux cloisons, si elles sont plus compliquées que celles de la plupart des *Op. subradiata*, je constate qu'elles correspondent comme plan à celles de la var. D représentées p. 16 par M. F. Favre avec *Gr.* = 8 : si les cloisons des deux échantillons avaient été prises à la même taille, avec le même grossissement, elles ne différeraient probablement pas sensiblement :

Je crois donc qu'il faut rapporter franchement à *Op. subradiata* l'échantillon figuré sous le nom d'*Op. aspidoides* var. *bajocensis*.

Je trouve d'ailleurs chez M. F. Favre des indications qui viennent à l'appui de ma thèse : il signale (*loc. cit.*, p. 20) que la forme qu'il a distinguée comme *Op. fusca* var. B se rapproche beaucoup de l'*Op. subradiata*, mais qu'elle est assez voisine de l'*Op. aspidoides* par la section de ses tours. Il cite aussi les figures 17 et 18 de la planche LXXV (Anm. d. schw...) de Quenstedt comme représentant des formes de passage entre *Opp. fusca* et *Opp. aspidoides*.

Je montrerai plus loin que les lignes suturales de ces deux espèces sont très analogues, ce qui confirme également ma manière de voir.

Par conséquent, j'arrive à cette conclusion que les *Op. subradiata*, *fusca* et *aspidoides* constituent une série phylétique bien nette, composée de formes très voisines les unes des autres, pouvant être confondues si l'on n'a pas de bons échantillons ou si l'on n'apporte pas une attention suffisante à l'étude de leurs caractères.

Entre elles il n'existe pas de formes intermédiaires et, si l'on admet leur filiation, on doit considérer qu'elles dérivent les unes des autres par variations brusques, comme celles que l'on a obtenues par voie expérimentale avec l'*Oenothera Lamarcki*, la *Capsula bursâ-pastoris*, mais contrairement à ce qui a été observé dans d'autres séries, je n'ai jamais rencontré deux mutations successives dans le même niveau.

Les cloisons des diverses espèces d'*Oppelia* sont, en général, d'autant plus élancées et découpées que celles-ci appartiennent à des niveaux plus récents : en même temps les cloisons successives deviennent sécantes, pour employer une expression proposée par Munier-Chalmas, à une taille plus petite.

La longueur de la loge d'habitation correspond à environ un demi-tour.

En résumé les *Oppelia* sont caractérisés par leur forme discoïde relativement peu épaisse, par leur petit ombilic et par leur ornementation consistant en côtes falciformes. Celles-ci sont, sur la région ombilicale des flancs, d'ordinaire excessivement fines et à peine visibles. On ne les aperçoit bien que sur les échantillons en très bon état de conservation et encore en faisant miroiter ceux-ci à la lumière. Il en résulte que la région interne des flancs paraît lisse. Cependant il existe, dans chaque espèce, des formes à ornementation plus vigoureuse chez lesquelles la branche interne de certaines côtes est plus ou moins saillante. La branche externe, après le rebroussement, n'est souvent bien développée que sur une fraction de sa longueur, dans la région marginale.

La ligne suturale est bâtie sur le même plan chez toutes les espèces.  $S^1$  est subdivisé assez profondément par un lobe secondaire.  $S^2$  dépasse  $S^1$  ;  $S^3$  est beaucoup plus petit et les éléments auxiliaires qui succèdent sont petits et généralement au moins au nombre de trois. L'ensemble de la suture forme une bande alignée sensiblement sur une ligne radiale.

*OPPELIA SUBRADIATA* SOW.

PL. XIII, FIG. 7.

La figure de Sowerby (pl. 421, fig. 2) est tout à fait insuffisante pour définir ce type, même peut-on dire qu'elle rappelle assez peu celui qu'ont précisé la description et les figures de d'Orbigny (p. 362, pl. 118 et pl. 129, fig. 3) et qui est aujourd'hui accepté par tous les paléontologistes.

L'ombilic de cette espèce reste toujours très petit et finit même par diminuer en grandeur absolue, à partir d'une certaine taille de la coquille, parce que la retombée des tours se fait alors en surplomb ; le rapport  $\frac{d}{D}$  varie de 0,06 à 0,33 selon les échantillons et selon la taille à laquelle on les considère.

Comme chez tous les *Oppelia* les premiers tours sont à section à peu près circulaire, c'est-à-dire au moins aussi épais que haut, mais la hauteur croît plus rapidement que l'épaisseur et le rapport  $\frac{H}{E}$  diminue progressivement de la valeur 1 jusqu'à une fraction qui, pour certaines formes, peut tomber à 0,35.

Le bord externe, arrondi dans les premiers tours, reste toujours un peu épais, mais présente une arête médiane et jamais une quille saillante ; cependant l'encadrement de cette arête entre la surélévation de l'extrémité des côtes latérales donne parfois l'illusion d'une quille.

La plus grande épaisseur des tours se trouve vers la moitié des flancs ; elle n'est que très légèrement supérieure à celle mesurée sur le bord de l'ombilic. La moitié interne des flancs forme ainsi un méplat limité du côté de l'ombilic par un pli anguleux et de la région externe par une arête plus ou moins nette, accusée dans certains échantillons par un mince bourrelet peu saillant. Parfois il existe une légère dépression autour de l'ombilic et sur certains échantillons on aperçoit même une arête, un léger bourrelet près du milieu du méplat ombilical.

Quand la coquille a atteint toute sa croissance, le bord externe de la loge devient graduellement plus épais et s'arrondit vers son extrémité dont la section prend alors l'apparence de celle figurée par M. F. Favre pour l'*Oppelia aspidoides* (*loc. cit.*, p. 23).

L'*Op. subradiata* atteint une taille assez considérable correspondant à un diamètre de plus de 20 cm. J'ai un échantillon des calcaires bajociens de Saint-Maixent qui a 14 cm. de diamètre et qui a atteint tout son développement car sa loge, qui occupe la moitié du dernier tour, se termine avec un bord ventral large-

ment arrondi. Mais j'ai un échantillon de l'oolithe ferrugineuse de Bayeux de 12 cm. de diamètre qui montre des cloisons jusqu'à l'extrémité du dernier tour. En supposant que la loge commence immédiatement après cette section, la hauteur des tours étant de 7 cm. à l'extrémité et de 4 cm. à l'opposé, on calcule facilement que le diamètre de l'échantillon complet serait au moins de 20 cm.

L'ornementation se compose sur le méplat interne de côtes très fines et à peine visibles : il existe cependant des échantillons où apparaissent de distance en distance quelques côtes plus marquées.

Le rebroussement des côtes correspond à l'arête médiane des flancs.

Sur la moitié externe de ceux-ci, les côtes, d'ailleurs faiblement arquées, se bi- ou trifurquent et se prolongent jusqu'au bord ventral ; elles prennent de plus en plus de relief à mesure qu'elles en approchent : en général elles ne sont bien saillantes et bien visibles que sur une longueur plus ou moins grande de leur extrémité, mais il arrive aussi, comme le montre l'échantillon figuré (pl. XIII, fig. 7), qu'elles le sont sur toute leur longueur.

Ces côtes, plus vigoureuses dans la région marginale, s'arrêtent brusquement à une très petite distance de l'arête siphonale et là, se coudant perpendiculairement, se terminent en pointe vers l'avant. Cet arrêt brusque des côtes et leur saillie font ressortir, comme je l'ai dit précédemment, l'arête siphonale et lui donnent l'apparence d'une quille.

Lorsque la coquille a atteint une certaine taille, on voit s'individualiser des côtes plus fortes, séparées par trois ou quatre côtes marginales : à ces côtes plus fortes viennent d'ordinaire se souder une ou deux côtes voisines. Ces côtes principales s'allongent et atteignent le point de rebroussement, c'est-à-dire occupent toute la moitié externe des flancs. En même temps les autres côtes marginales deviennent de plus en plus courtes et finissent par disparaître. L'ornementation se compose alors uniquement de côtes arquées occupant la moitié externe des flancs, en nombre variable de 16 au moins, parfois de 25 ou 26. Leur nombre est plus faible sur la loge et elles tendent à s'y effacer.

La ligne suturale, établie sur le même plan dans tous les échantillons, offre néanmoins des variations assez importantes, comme le font ressortir les figures données par M. F. Favre. Ainsi dans celles données pour la var. A (*loc. cit.*, p. 13) on voit, par exemple, que L<sup>1</sup> descend plus bas que L dans les fig. 1 et 2 (circonstance qui s'observe aussi dans les cloisons des var. B et

C) tandis qu'il s'arrête au même niveau dans la fig. 3 (et dans la cloison de la var. D). Dans la var. B, les lobes et selles sont larges et peu découpés ; au contraire dans la var. C ces éléments sont plus minces, plus élancés, plus découpés ; dans la var. D ils le sont encore davantage et se rapprochent de ceux des cloisons des *Op. fusca* et *Op. aspidoides*.

Il m'a semblé que dans les adultes des formes épaisses de l'*Op. subradiata* les cloisons étaient plus distantes les unes des autres et restaient moins découpées que dans les formes minces : dans ces dernières, à une taille même assez faible, les cloisons sont élancées, fortement découpées, rapprochées et déjà enchevêtrées les unes dans les autres (sécantes).

En résumé, avec les mêmes caractères généraux qui donnent à tous les échantillons du Bajocien supérieur le même faciès, on observe une grande variabilité dans les détails :

Ombilic plus ou moins large,

Tours plus ou moins épais,

Côtes marginales, plus ou moins fortes et saillantes, plus ou moins serrées, plus ou moins allongées et disparaissant plus ou moins tardivement.

Côtes principales apparaissant plus ou moins tôt et en nombre variable,

Eléments de la ligne suturale variables.

On comprend donc qu'en faisant choix, dans une collection un peu nombreuse, d'un certain nombre d'échantillons on pourrait définir des types, bien distincts par certains caractères, que l'on élèverait à la hauteur de types spécifiques et qui constitueraient des espèces aussi valables que beaucoup de celles créées dans quelques genres.

M. F. Favre a distingué dans le groupement de l'*Op. subradiata* quatre variétés qu'il a désignées par les lettres A, B, C, D et il a considéré la var. A comme correspondant aux échantillons figurés par d'Orbigny : il la prend comme type spécifique. Je crois intéressant de faire figurer une cinquième forme, var. E, caractérisée par l'allongement des côtes marginales, qui ont toutes la même longueur et occupent toute la moitié externe des flancs. C'est une ornementation que nous retrouverons chez *Op. fusca*, mais chez cette dernière l'évolution en est complètement différente comme je le montrerai.

Voici les caractéristiques d'un certain nombre d'échantillons de Bayeux :

$$I. D = 29 \quad \frac{d}{D} = 0,20 \quad \frac{E}{R} = 0,64.$$

Côtes externes vigoureuses, occupant toute la moitié de la hauteur



des flancs ; côtes principales commençant à apparaître vers l'extrémité de la coquille.

$$\text{II. } D \Rightarrow 33 \quad \frac{d}{D} = 0,09 \quad \frac{E}{H} = 0,35.$$

Côtes périphériques très minces et très courtes, serrées.

$$\text{III. } D = 43 \quad \frac{d}{D} = 0,17 \quad \frac{E}{H} = 0,52.$$

Côtes périphériques courtes et minces ; côtes principales apparaissant vers l'extrémité du dernier tour.

$$\text{IV. } D = 43,5 \quad \frac{d}{D} = 0,09 \quad \frac{E}{H} = 0,42.$$

Côtes périphériques fines occupant la moitié de la région externe ; lignes suturales à éléments allongés et déjà sécants sur la plus grande partie du dernier tour.

$$\text{V. } D = 45 \quad \frac{d}{D} = 0,15 \quad \frac{E}{H} = 0,45.$$

Côtes périphériques fines et assez longues ; côtes principales apparaissant vers le dernier quart du dernier tour.

$$\text{VI. } D = 53 \quad \frac{d}{D} = 0,22 \quad \frac{E}{H} = 0,45.$$

Côtes périphériques saillantes sur presque toute la moitié externe des flancs ; côtes principales s'individualisant vers l'extrémité du dernier tour.

$$\text{VIII. Echantillon figuré } D = 73 \quad \frac{d}{D} = 0,16 \quad \frac{E}{H} = 0,40.$$

$$\text{IX. } D = 80 \quad \frac{d}{D} = 0,06 \quad \frac{E}{H} = 0,39.$$

Coquille à pourtour anguleux ; côtes périphériques très fines et très courtes disparaissant vers le commencement du dernier tour.

$$\text{X. } D = 108 \quad \frac{d}{D} = 0,07 \quad \frac{E}{H} = 0,37.$$

Échantillon avec test : bourrelet médian bien net à mi-hauteur des flancs ; faible arête au 1/3 du méplat interne. Côtes marginales visibles jusqu'à un peu après le milieu du dernier tour. Côtes principales apparaissant dès le commencement du dernier tour où l'on en compte 20.

$$\text{XI. } D = 115 \quad \frac{d}{D} = 0,08 \quad \frac{E}{H} = 0,37.$$

Cet échantillon montre des cloisons jusqu'à son extrémité, d'où il résulte qu'à son complet développement il devait avoir au moins 200 mm. de diamètre. Arête bien nette limitant le méplat interne. Côtes périphériques disparaissant seulement un peu avant l'extrémité du dernier tour. Côtes principales au nombre de 19.

De Saint-Maixent :

$$\text{I. } D = 82 \quad \frac{d}{D} = 0,09 \quad \frac{E}{H} = 0,34.$$

Bord externe presque anguleux ; côtes marginales très courtes, disparaissant après le deuxième tiers du dernier tour. Côtes principales

existant dès le commencement du dernier tour, au nombre de 20. Cloisons jusqu'à l'extrémité de la coquille.

$$\text{II. } D = 140 \quad \frac{d}{D} = 0,07 \quad \frac{E}{H} = 0,38.$$

La moitié du dernier tour est occupée par la loge dont le bord externe est largement arrondi vers l'extrémité de la coquille. Côtes marginales encore visibles au commencement du dernier tour. Côtes principales peu apparentes.

D'Isenay :

Une série de petits échantillons ; un des plus grands a comme caractéristiques

$$D = 54,5 \quad \frac{d}{D} = 0,11 \quad \frac{E}{H} = 0,33.$$

Côtes marginales assez courtes et saillantes : les côtes principales n'ont pas encore apparu.

On voit combien est variable cette espèce et quelles facilités on aurait à créer de nombreuses espèces en prenant comme types des échantillons présentant quelques particularités permettant de les distinguer.

#### OPPELIA FUSCA QUENSTEDT

PL. XIII, FIG. 8.

On a beaucoup écrit sur cette espèce et je commence par dire que je suis loin d'être complètement d'accord avec ceux qui s'en sont occupés.

Et d'abord quelle figure doit-on prendre comme représentant le type? Car Quenstedt a attribué à *Am. fuscus* un certain nombre de figures qui appartiennent à des espèces différentes. Laquelle choisir? Sur ce point les avis sont partagés.

La réponse est d'autant plus embarrassante que l'on peut avoir des doutes sur l'exactitude de certains traits que le dessinateur de Quenstedt n'a peut-être pas fidèlement rendus.

Ainsi, dans la fig. 3 de la planche LXXV (Amm.....) le profil donné par *r* fait ressortir une épaisseur plus considérable de la région externe que le profil *m* : je crois que ce dernier est le plus exact. On peut adresser ce même reproche, exagération de l'épaisseur du bord externe, à un certain nombre de figures de la planche citée.

Je vais passer en revue la série de figures données par Quenstedt avec attribution à *Am. fuscus*.

En 1849 (Cephalopoden...), Quenstedt a figuré sous le nom d'*Am. canaliculatus fuscus*, trois échantillons (pl. 8, fig. 7 à 9) dont le premier, fig. 7, appartient peut-être à une espèce différente de celle des deux autres, ou bien doit lui être rattaché à

titre de variété. La figure me paraît insuffisante pour dissiper tout doute à cet égard.

Puis, en 1858 (Jura), Quenstedt a représenté sous le nom d'*Am. fuscus* une série d'échantillons (fig. 1-5) qui sont considérés comme appartenant à des espèces différentes. Ainsi l'échantillon fig. 1 est regardé par M. F. Favre comme une variété d'*Op. subradiata*, ce qui n'est pas absolument certain à mon avis. La fig. 2 représente une forme géniculée. Les fig. 3, 4, 5 sont d'ordinaire prises comme bons types d'*Op. fusca*.

Plus tard, 1885 (Amm.....), Quenstedt déclare, p. 625, qu'il considère comme *Am. fuscus* ce qu'il avait précédemment appelé *Am. canaliculatus fuscus* et dans sa planche LXXV il figure sous le nom d'*Am. fuscus* (fig. 1-23 et fig. 28) un grand nombre d'échantillons la plupart provenant d'OEschingen, les autres de Leiningen, Laufen,...

De cette série j'écarte les figures 20 et 28 qui paraissent se rapporter à des échantillons anormaux et la figure 22 qui représente un fragment indéterminable.

M. F. Favre écarte la figure 21 comme correspondant à une taille que l'espèce envisagée ne peut atteindre. Cependant je ne puis considérer la chose comme impossible, car l'*Am. fuscus* acquiert certainement une taille supérieure à celle indiquée par la plupart des auteurs : de plus les cloisons de l'échantillon de Quenstedt ressemblent plutôt à celles de l'*Op. fusca* qu'à celles de l'*Op. aspidoides*. Notons que si cet échantillon était complet, c'est-à-dire avait sa loge, son diamètre dépasserait certainement 400 mm.

Il ne reste donc plus à examiner que les figures 1 à 20 : toutes ne correspondent pas à la même espèce : quelles sont donc celles qui doivent être attribuées à *Op. fusca* ?

Pour trancher la difficulté je vais me reporter au travail de Waagen (Formenreihe...) dans lequel cet auteur a le premier cherché à fixer les traits des trois espèces d'*Oppelia* qui se succèdent du Bajocien supérieur au Bathonien supérieur. J'écarte d'ailleurs ses références aux figurations d'auteurs plus anciens, figurations parfois insuffisantes, parfois se rapportant à des espèces différentes. D'ailleurs je n'accepte pas sans réserves sa manière de voir, car je crois qu'il y a lieu de distinguer deux types spécifiques dans les échantillons qu'il attribue à son *Am. fuscus*.

Je prendrai donc comme type d'*Op. fusca* la figure 6 de la planche XVI de Waagen représentant un échantillon de Yeovil (Somersetshire) : il me paraît correspondre très exactement à la fig. 9, pl. 8 (Cephalopoden...) de Quenstedt. De ce dernier je laisse

de côté la fig. 7 ainsi que je l'ai dit précédemment. Dans la pl. LXXV de Quenstedt (Amm.....) je considère comme se rattachant également au même type les fig. 1, 2, 3, 5, 7, 10, 17 et 18 se rapportant toutes à des échantillons d'OEschingen.

Ainsi c'est à Yovil et à OEschingen que nous trouverons des représentants typiques d'*Op. fusca* tel que je le conçois : j'en rencontre d'identiques dans la Nièvre, le Cher, les Deux-Sèvres et la Vendée.

M. F. Favre croit que les fig. 3, 5, 7 se rapportent à *Op. subradiata* : je ne puis adhérer à cette manière de voir, car l'évolution de l'ornementation dans ces échantillons est absolument différente de celle de l'*Op. subradiata* et identique à celle que j'ai pu observer chez de nombreux échantillons d'*Op. fusca* de la Nièvre.

L'évolution morphologique de l'*Op. fusca* est analogue à celle de l'*Op. subradiata*. Toutefois au point de vue de la forme générale la coquille se rapproche plutôt de celle de l'*Op. aspidoides* que de l'espèce bajocienne. Elle est moins épaisse que cette dernière, a des flancs plus convergents vers l'extérieur, un bord externe moins épais, avec quille dans le jeune, et nettement anguleux dans l'adulte. En outre je ne connais pas de variétés à ombilic aussi large que ceux observés chez certains individus d'*Op. subradiata*. Comme forme générale *Op. fusca* est donc plus voisine de l'espèce du Bathonien supérieur que de celle du Bajocien ; elle pourrait être assez facilement confondue avec la première de ces espèces.

Etudions maintenant l'*Op. fusca* au point de vue de l'ornementation de sa coquille et précisons-en les divers stades : c'est en effet la marche de cette évolution qui peut, à mon avis, nous donner les caractères les plus précis, les plus constants et les plus faciles à observer pour définir les trois formes d'*Oppelia* que nous rencontrons du Bajocien supérieur au Bathonien supérieur.

Sur les premiers tours, la coquille est lisse ou du moins les côtes qui l'ornent sont à peu près invisibles, même sur les échantillons les mieux conservés. Puis, vers un diamètre voisin de 10 mm. l'ornementation commence à apparaître sur le bord externe ; elle consiste en côtes courtes, fines, serrées et la coquille présente alors, mais avec une taille beaucoup plus petite, une grande analogie avec la var. D d'*Op. subradiata* figurée par M. F. Favre (pl. 1, fig. 4). On aperçoit ce stade d'ornementation au commencement des premiers tours des échantillons figurés par Quenstedt, pl. LXXV, fig. 5 et 7. Ces petits échantillons d'*Op. fusca* se distingueraient des jeunes d'*Op. subradiata* par un ombilic

plus petit, par la présence d'une petite quille et par l'amincissement plus prononcé de la coquille dans la région externe.

Au stade suivant, toutes les petites côtes s'allongent assez rapidement et finissent par couvrir toute la moitié externe des flancs, ainsi qu'on le voit à l'extrémité des tours des figures que je viens de citer et aussi sur la fig. 3. A partir de ce moment l'ornementation se compose de côtes serrées occupant la moitié externe des flancs (commencement des derniers tours des fig. 1, 2, 10, 17, 18 *in* Quenstedt) : puis ces côtes s'écartent progressivement les unes des autres, comme on le voit sur les fig. 1, 2 et 10, et finalement on arrive à l'ornementation de l'adulte consistant en grandes côtes arquées occupant la moitié externe des flancs et assez peu distantes les unes des autres (fig. 17 et 18).

Cette évolution de l'ornementation est donc tout à fait différente de celle de l'*Op. subradiata* : chez cette dernière les côtes marginales, plus ou moins courtes ou longues, qui se montrent dans les échantillons de petite taille, conservent la même longueur quand la coquille se développe. Les grandes côtes, qui subsistent seules sur les derniers tours, prennent naissance par l'individualisation d'un certain nombre des côtes primitives qui prennent plus d'importance, deviennent plus vigoureuses, s'allongent jusque vers le milieu des flancs : entre ces côtes principales, les côtes secondaires, au nombre de 4 à 5, persistent plus ou moins longtemps, diminuent de longueur et s'effacent peu à peu.

Le développement de l'ornementation de l'*Op. fusca* suit donc une marche tout à fait différente de celle de l'*Op. subradiata* et en particulier ses premiers stades ne rappellent pas ce que nous observons chez l'espèce plus ancienne. Il y a donc là un caractère qui différencie nettement les deux types.

On pourrait cependant être trompé par certaines analogies sur lesquelles je dois appeler l'attention. Dans ce but je figure un échantillon (Pl. XIII, fig. 8) dont l'ornementation, à première vue, rappelle celle de l'*Op. subradiata*, et qu'un examen superficiel pourrait faire rapporter à cette dernière espèce. Sans insister sur le fait que son bord tranchant le distingue déjà suffisamment, je ferai remarquer que la similitude d'ornementation avec celle de l'espèce bajocienne est seulement apparente et résulte de ce que, au moment où les grandes côtes commencent à s'espacer, de courtes côtes apparaissent entre elles, mais au nombre de une ou deux au plus. Parfois ces petites côtes se soudent aux grandes vers leur extrémité, comme on le voit sur l'échantillon figuré.

Celui-ci appartient à la var. A de M. F. Favre, mais le même fait se produit aussi dans les échantillons de la var. B.

Si l'on examine l'échantillon d'*Op. subradiata* que j'ai figuré à côté du précédent (Pl. XIII, fig. 7) et qui présente avec lui une certaine analogie (ornementation du bord externe par des côtes longues et serrées) on voit que les modifications dans l'ornementation ne se produisent pas de la même manière chez les deux individus. Chez celui qui appartient à *Op. subradiata*, à partir du moment où les côtes principales commencent à s'individualiser, celles qui les séparent diminuent progressivement de longueur et finissent par disparaître. De plus, dès que les côtes principales ont fait leur apparition, elles se succèdent toujours régulièrement à la même distance, tandis que chez *Op. fusca* les côtes principales s'espacent de plus en plus, jusqu'à ce qu'elles aient atteint la distance normale définitive.

On voit donc que la distinction entre *Op. subradiata* et *Op. fusca* est nette et bien tranchée, par la seule considération de l'ornementation. Il en est de même entre cette dernière espèce et *Op. aspidoides*. Chez celle-ci on n'observe jamais les deux premiers stades de l'ornementation d'*Op. fusca*. A une taille déjà très petite apparaissent de loin en loin les côtes externes qui s'espacent ensuite régulièrement et sont plus éloignées les unes des autres que chez *Op. fusca*. Chez cette dernière le nombre des côtes est d'au moins 16 par tour et d'ordinaire 20 et même plus, tandis que dans l'espèce bathonienne il ne dépasse pas 15.

D'*Op. fusca* on peut distinguer deux variétés extrêmes :

1° La var. A de M. F. Favre (pl. 1, fig. 5) caractérisée par des côtes relativement larges, moins nombreuses et un ombilic légèrement plus grand que dans l'autre. On la trouve plus rare dans la Nièvre, plus abondante à Sainte-Pezenne.

2° La var. B (pl. 1, fig. 6) avec cela beaucoup plus fines. C'est le type de Quenstedt (Ceph. pl. 8, fig. 7 et Am. pl. LXXV, fig. 1, 2, 3, 3, 7, 10, 17 et 18) : d'après cela, ce serait la forme la plus abondante à OEschingen ; elle l'est également dans la Nièvre et dans les Deux-Sèvres qui m'en ont fourni plus d'une centaine d'échantillons.

Si on examine la ligne suturale d'*Op. fusca*, on voit qu'en général, pour des échantillons de même taille, elle est plus compliquée que celle d'*Op. subradiata* et parfois même que celle d'*Op. aspidoides*, mais je ne crois pas que l'on ait là un caractère bien net permettant de distinguer avec certitude les échantillons des diverses espèces.

Quant à la taille que peut atteindre *Op. fusca*, je crois qu'elle doit dépasser notablement la limite que lui assigne Waagen qui dit que vers 50 à 70 mm. de diamètre on voit toujours apparaître le commencement de la dernière loge.

Or j'ai des échantillons de l'oolithe ferrugineuse de Saint-Benin d'Azy, montrant des cloisons jusqu'à l'extrémité du dernier tour, qui ont respectivement 100 et 115 mm. de diamètre, c'est-à-dire dépassant notablement la limite indiquée par Waagen : avec sa loge le plus grand des échantillons en question aurait au moins 150 mm. de diamètre.

Notre confrère, M. Chartron, m'a aimablement communiqué une série d'échantillons d'*Op. fusca* provenant des calcaires exploités dans les carrières des environs de Luçon. On y observe des échantillons de toutes les tailles offrant les mêmes stades d'ornementation que les échantillons d'OEschingen figurés par Quenstedt et que ceux que je possède d'Isenay, Saint-Benin d'Azy et Sainte-Pezenne.

Les deux plus grands échantillons, qui ont seulement le commencement de la dernière loge indiqué par le début de l'arrondissement du bord externe ont respectivement 138 et 184 mm. de diamètre, soit pour ce dernier une taille définitive correspondant à plus de 200 mm. de diamètre.

Comme bonnes figurations d'*Op. fusca* je citerai en plus de celles que j'ai déjà indiquées :

- 1° de Schlønbach (Beiträge...)
  - pl. xxx, fig. 7a et b qui se rapporte à la var. A.
  - pl. xxx, fig. 10 a et b qui se rapporte à la var. B.
- 2° de Clerc (1904. Étude monographique des fossiles du Dogger).
  - pl. II, fig. 1 (var. A).
- 3° de Simionescu (1905. Am. jur. de Bucegi).
  - pl. xxxiii, fig. 7-10 (var. B).

Je crois devoir en exclure complètement les fig. 2, 3, 4, 5, 6, 10 et 12 de Schlønbach qui représentent des formes à fleurs parallèles et à bord externe trop large.

J'écarte aussi l'espèce de Lichstedt figurée par J. Rømer sous le nom d'*Op. fusca* (1911, Die Fauna d. Aspidoïdes Schichten) pl. VI, fig. 5 à 10. Ce n'est certainement pas cette espèce, comme le montrent son large ombilic et son ornementation.

Les cloisons de cette espèce sont assez variables dans leurs détails, comme le montrent les dessins suivants pris sur des échantillons provenant tous du même gisement de l'oolithe ferrugineuse de Saint-Benin d'Azy.

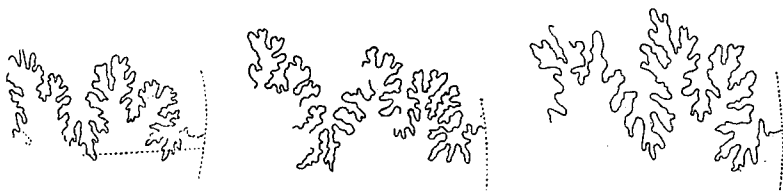


FIG. 5-6-7. — Cloisons d'*Oppelia fusca* QUENSTEDT. — 5 et 6, gr. : 1,65; 7, gr. : 1,40

Voici en outre le dessin relevé sur un échantillon pyriteux du Bathonien inférieur d'Eimen.

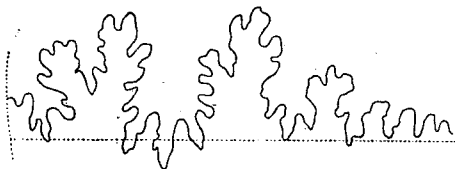


FIG. 8. — Cloison d'*Oppelia fusca* QUENSTEDT. — Gr. : 2,65.

*OPPELIA NIVERNENSIS* n. sp.

PL. XIV, FIG. 1 a et 1 b.

M. F. Favre (*loc. cit.*, p. 18) remarque qu'il n'a jamais observé d'échantillons d'*Op. fusca* avec une section aussi arrondie que celle figurée par Waagen (Formenreihe... pl. xvi, fig. 7<sup>6</sup>).

Cependant cette forme existe réellement et j'en possède des échantillons assez nombreux de Saint-Benin d'Azy et de Sainte-Pezenne : on la rencontre d'ailleurs dans beaucoup d'autres gisements d'âge bathonien inférieur.

L'échantillon représenté par Schläenbach (*loc. cit.*, pl. xxx, fig. 12<sup>a</sup> et <sup>b</sup>) appartient à cette même forme.

On doit certainement lui rattacher aussi l'échantillon figuré par Quenstedt (Am..., pl. LXXV, fig. 13) ainsi que l'indique très nettement l'ornementation spéciale de l'extrémité de sa loge.

En somme, c'est bien une espèce nouvelle, ressemblant beaucoup aux échantillons jeunes d'*Op. fusca* et qui, dans une certaine mesure, pourrait être considérée comme une forme à développement ontogénique plus rapide.

Les caractères suivants la distinguent de cette espèce : 1° plus grande épaisseur des tours ; 2° côtes presque rectilignes et fortement rejetées en arrière vers l'extrémité de la loge ; 3° La bouche est ornée d'une languette terminée par une spatule, comme le montre la figure de Quenstedt : du côté interne elle est limitée



par un sillon bien visible sur la figure de Schlœnbach et sur les échantillons que je fais figurer.

Au point de vue de la taille, il existe des différences notables d'un individu à un autre : je trouve en effet des échantillons, ayant leur dernier tour avec le bord externe arrondi, dont le diamètre varie entre 30 et 80 mm.

Il me semble en effet qu'une modification accentuée de la forme des tours, dans la partie correspondant à la loge, indique que l'individu avait atteint son complet développement ; s'il n'en était pas ainsi il faudrait admettre une résorption de la coquille de la loge au fur et à mesure de la croissance de l'animal.

J'ai déjà signalé précédemment cette variation considérable dans la taille des individus de certaines espèces.

L'*Oppelia nivernensis* présente des variétés à côtes fines et d'autres à côtes larges,

#### GENRE *Ækotraustes*

#### *ŒKOTRAUSTES GENICULARIS* WAAGEN

PL. XIV, FIG. 3.

Waagen a pris le type de cette espèce dans l'oolithe ferrugineuse de Bayeux, gisement où elle ne paraît pas très rare.

Les échantillons que j'en ai ne concordent pas exactement avec la description de cet auteur.

J'ai un échantillon complet ( $D = 35,5$ ) qui a conservé le commencement de sa bouche : le pourtour externe est caréné jusqu'à l'extrémité, mais la coquille est plus renflée dans la loge que dans le reste des tours.

L'ornementation consiste en côtes marginales assez courtes, fines, serrées, visibles jusqu'à la bouche : celle-ci est bordée par un sillon et devait se terminer par une languette dont on voit l'amorce.

Le coude de la spire du bord externe est peu prononcé dans cet échantillon. La spire de l'ombilic se déroule à partir du commencement de la loge : celle-ci occupe la moitié du dernier tour.

J'ai un échantillon de Saint-Honoré-les-Bains un peu différent de celui de Bayeux : le coude est plus prononcé ; la coquille se renfle davantage dans la partie correspondant à la loge ; le bord ventral est plus épais, mais montre toujours une arête médiane. Vers le commencement de la dernière loge, l'allure des côtes se modifie : elles deviennent presque rectilignes et se rejettent fortement en arrière ( $D = 30,5$ ).

Je rapporte à cette espèce une série d'échantillons de Bayeux, de petite taille, dont la loge manque : la coquille est peu épaisse ; le bord marginal montre des côtes fines et serrées de sorte que leur ornementation rappelle celle de la var. D d'*Op. subradiata*, mais elles se distinguent des échantillons de petite taille de cette variété par un ombilic beaucoup plus large.

*ŒKOTRAUSTES SUBFUSCUS* WAAGEN

PL. XIV, FIG. 4.

Espèce fondée sur l'examen d'un seul échantillon du Bathonien inférieur de Niort, dit Waagen, c'est-à-dire provenant évidemment de Sainte-Pézenne où l'on trouve cette espèce.

J'en ai une petite série de l'oolithe ferrugineuse (Bathonien inférieur) de Saint-Benin d'Azy, qui permet d'étudier les caractères de cette espèce et sa variabilité.

Le coude de la spire extérieure, vers le commencement de la loge, est plus ou moins accentué suivant les échantillons : le déroulement de la spire ombilicale est très net.

Les premiers tours sont lisses : puis l'ornementation ressemble beaucoup à celle des jeunes de l'*Op. subradiata* à tours épais : l'ombilic est un peu plus large et les côtes plus fortes, plus larges et moins nombreuses, sont plus fortement rejetées en arrière.

Le méplat interne est relativement moins large et il est plus incliné vers l'ombilic. Quelquefois il est complètement lisse, ou du moins paraît-il ainsi, parce que la costulation y est très peu marquée. Par contre on voit aussi, sur certains échantillons, quelques côtes très fortes, très saillantes et fortement inclinées vers l'avant : elles s'arrêtent brusquement vers la limite du méplat ombilical où elles atteignent le maximum de leur largeur et de leur saillie, de sorte qu'entre les côtes ombilicales et les côtes externes il y a l'apparence d'un sillon profond. En fait, il y a un léger sillon dans cette région des flancs, que l'on voit aussi dans les échantillons à ornementation moins vigoureuse.

Les côtes externes, surélevées et comme subtuberculées vers leur extrémité, s'arrêtent brusquement près de l'arête siphonale et se recourbent brusquement vers l'avant où elles finissent en pointe, dessinant ainsi une sorte de crochet : on observe d'ailleurs la même allure de l'extrémité des côtes, mais moins prononcée, chez les *Oppelia*.

Sur la loge et surtout vers son extrémité les côtes deviennent

plus raides, presque rectilignes et sont plus rejetées en arrière.

Vers l'extrémité de la loge le sillon qui limite le méplat ombilical, s'accroît et doit se continuer sur le milieu de la languette buccale.

Mon plus grand échantillon, complet avec toute sa loge, a 39 mm. de diamètre.

Je serais assez disposé à rapporter à cette espèce les fig. 2, 3, 4 et 5, pl. xxx de Schloenbach. L'échantillon n° 3 correspond comme grandeur à mon plus grand exemplaire : les dernières côtes sont moins raides que sur ce dernier, mais c'est peut-être le résultat d'une erreur du dessinateur.

*HECTICOCERAS PRIMÆVUM* n. sp.

PL. XIII, FIG. 9 a et 9 b, 10 a et 10 b, 11.

Je donne ce nom à un ensemble d'échantillons qui se distinguent par leur forme spéciale : ombilic relativement large ; flancs presque plans, parallèles ; bord externe épais, arrondi, légèrement anguleux sur sa ligne médiane. Cette arête médiane tend à s'effacer peu à peu sur la coquille adulte, mais sans disparaître complètement. Les flancs sont ornés, sur leur moitié interne, de côtes très atténuées, parfois à peine visibles, fortement inclinées vers l'avant et, sur la moitié externe, de côtes assez raides, rejetées en arrière et dont la largeur va en augmentant à mesure qu'elles se rapprochent du contour externe. Dans le jeune âge quelques-unes de ces côtes sont parfois bifurquées vers leur extrémité.

Parmi les échantillons de cette espèce, provenant du Bathonien inférieur de Sainte-Pezenne, où elle n'est pas absolument rare, il y en a de plus ou moins épais, avec ombilic plus ou moins large et ornementation plus ou moins forte : je fais figurer (Pl. XIII, fig. 11) un échantillon à ombilic étroit, tours peu épais, ornementation fine et serrée, que je considère comme une variété du type représenté (Pl. XIII, fig. 10 a et 10 b) par un échantillon à ombilic plus large, tours plus épais et ornementation plus vigoureuse.

Je rapporte cette espèce au genre *Hecticoceras* en raison de l'allure de son ornementation, de sa forme générale et du dessin de ses cloisons qui la différencient des *Oppelia* proprement dites et la rapprochent dans un certain sens des *Oekotraustes*, dont elle diffère par sa taille plus grande et la régularité de son enroulement.

On doit rapprocher de cette espèce les échantillons du Batho-

nien inférieur de l'Allemagne du Nord figurés par Schløenbach <sup>1</sup>, sous le nom d'*Am. subradiatus* et qu'il a figurés pl. xxx les uns, fig. 2, 3 et 7 de Gelmkebach près Goslar (Hanovre) et les autres fig. 5, 6 et 12 du gisement bien connu d'Emen (Brunswick) : ils s'en rapprochent par le parallélisme de leurs flancs, caractère qui les distingue des *Op. subradiata* et *Op. fusca* et les rattache aux *Hecticoceras*, leurs côtes sont moins raides que dans les échantillons de Sainte-Pezenne et d'Isenay. J'ai de petits échantillons de Bündheim, près Harzebourg (zone à *Park. wurtembergica*) qui se rapportent bien aux figures de Schløenbach : les cloisons sont très différentes de celles des *Oppelia* (voir p. 407) : je propose de donner à cette espèce le nom d'*Hecticoceras decipiens*. Un échantillon du Bathonien inférieur de Magnils (Vendée), collection de M. Chartron, appartient à cette espèce : il correspond bien à la fig. 12 de Schløenbach, mais est de taille un peu plus grande ( $D = 70$  mm. au lieu de 50 millimètres).

Les cloisons de ces espèces, d'un plan analogue à celles des *Oppelia* se distinguent de celles-ci par leur forme moins élancée, plus trapue.

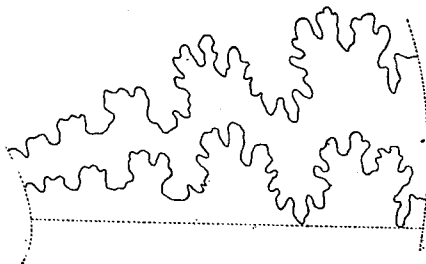


FIG. 9. — *Hecticoceras decipiens*  
(Echantillon pyriteux du Bathonien inférieur de Bündheim). — Gr. : 2,65.

#### *LISSOCERAS OOLITHICUM* D'ORB. sp.

Je n'ai dans ma collection qu'un seul échantillon de cette espèce provenant de l'oolithe ferrugineuse d'Isenay : elle est partout cantonnée dans le Bajocien supérieur.

#### *LISSOCERAS PSILODISCUS* SCHLÖENBACH sp.

Espèce voisine de la précédente, dont elle se distingue par la

1. V. SCHLÖENBACH. Beitr. z. Pal. d. Jura- und Kreide-Formation in nordwestlichen Deutschland. Ueber neue u. weniger bekannte jurassische Ammoniten. *Palæontographica*, XIII, 4.

plus grande hauteur des tours et leur épaisseur plus faible. Le type tient du Bathonien inférieur d'Eimen. Schlœnbach la signale de l'oolithe blanche de Bayeux où elle se trouverait avec *Am. zig-zag*, évidemment dans les bancs supérieurs dont j'ai parlé et qui sont immédiatement au-dessous des marnes de Port-en-Bessin.

Un échantillon d'Isenay; un autre de l'oolithe ferrugineuse de Saint-Benin-d'Azy : on la rencontre aussi à Sainte-Pezenne.

*STRIGOCERAS TRUELLEI* D'ORB. *sp.*

Cette espèce, assez abondante dans l'oolithe ferrugineuse d'Isenay, y présente les mêmes variétés que dans l'oolithe ferrugineuse de Bayeux.

*AMMONITES BUSQUETI* *n. sp.*

PL. XIV, FIG. 2a et 2b.

Cette espèce n'est représentée que par un seul exemplaire provenant de l'oolithe ferrugineuse de Saint-Benin-d'Azy (Bathonien inférieur), mais son aspect est si particulier, qu'il ne peut y avoir aucune hésitation à en faire un nouveau type spécifique.

L'ombilic est très étroit ( $D = 59$  mm.,  $d = 7$  mm.  $5 = 0,12 D$ ), profond, à parois verticales.

Autour de l'ombilic la coquille présente un fort renflement, une sorte de bourrelet, qui occupe environ le tiers de la hauteur des flancs. Ceux-ci s'abaissent, d'abord fortement autour de l'ombilic, puis plus lentement jusqu'au bord externe qui est encore assez épais, arrondi, et porte en son milieu une quille mince et saillante.

L'ornementation consiste en larges côtes arrondies, formant une succession d'ondulations séparées par d'étroites dépressions : elles prennent naissance sur le bord du bourrelet ombilical, croissent en largeur et en saillie à mesure qu'elles s'en éloignent, s'infléchissent légèrement vers l'avant et disparaissent avant d'atteindre la quille siphonale : elles sont au nombre de 26 sur le dernier tour.

La ligne suturale ne s'aperçoit que très imparfaitement et très vaguement : on peut constater cependant qu'elle ne présente pas le degré de complication de celle des *Strigoceras* bien que notre échantillon offre quelque analogie avec l'*Am. Truellei*. Il semblerait plutôt qu'elle doive être rapprochée de celle des Ammonites du groupe de l'*Am. discus* Sow. (*Clydoniceras*).

*Belemnitidés*<sup>1</sup>Groupe du *MEGATEUTHIS GIGANTEA* SCHLOTH.

Quelques débris seulement de l'oolithe ferrugineuse d'Isenay.

*BELEMNOPSIS SUBBLAINVILLEI* EUG. DESLONGCHAMPS1877. Jura Normand. *Monogr.*, VI, p. 60, pl. v, fig. 15 et 17-18, pl. vi, fig. 5, pl. vii, fig. 5-9.

Mayer-Eymar (1883, Grundzüge d. Classification d. Belemniten, *Zeitsch. d. deutsch. geol. Gesel.*, Bd 35, p. 642) avait proposé le nom de *Bel. Deshayesi* en remplacement de celui donné par Deslongchamps, parce qu'il trouvait celui-ci impropre.

L'unique spécimen examiné qui, par son encroûtement ferrugineux, semble appartenir à la faune remaniée de l'oolithe ferrugineuse d'Isenay, paraît bien se rapporter à l'espèce de Deslongchamps : il diffère des figures données par cet auteur par une compression un peu plus marquée.

E. W. Ritter von Hochstetter (Die Klippe von St Weit, bei Wien, *Jahrb. d. kk. geol. Reichsanstalt*, 1897, p. 119, pl. 3, fig. E2) a figuré sous le nom de *Bel. Edwardi* une forme qui a les caractères de l'échantillon examiné, notamment la compression assez forte. Je crois que c'est la même espèce que *Bel. subblainvillei*.

*BELEMNOPSIS APICICONUS* BLAINV.

Échantillons assez rares à Isenay, bien conformes à ceux de l'oolithe ferrugineuse de Bayeux. Espèce ne dépassant pas le Bajocien supérieur.

*BELEMNOPSIS VERCIACENSIS*<sup>2</sup> n. sp. M. LISSAJOUS

PL. XIII, FIG. 1-6.

Rostre atteignant une taille médiocre, de diamètre proportionnel assez fort, diminuant lentement et régulièrement sur les deux tiers environ de sa longueur, le rétrécissement est ensuite plus rapide et la pointe, assez courte, parfois submucronée, montre un sommet aigu.

1. Cette partie m'a été communiquée par M. LISSAJOUS, à qui j'adresse tous mes remerciements pour l'étude qu'il a bien voulu faire de mes fossiles d'Isenay.

2. *Etyim.* : Verciacus = Verzé, village situé à vol d'oiseau, à 11 km. NW. de Mâcon.

La coupe, subcirculaire, et parfois très largement comprimée antérieurement, se déprime progressivement à mesure que l'on approche de l'extrémité postérieure.

Le sillon ventral, moyennement profond, à bords anguleux, variant un peu en largeur, commence à l'ouverture et s'efface en s'élargissant un peu, à une petite distance du sommet.

La cavité alvéolaire, légèrement oblique, atteint environ les trois cinquièmes de la longueur du rostre. Angle 24°.

Ligne apicale assez excentrique.

Phragmocône de coupe circulaire ; la hauteur des loges égale un quart du diamètre.

Fente alvéolaire très nette.

Cette forme est assez voisine de *Bel. apiciconus* BLAINV. ; elle en diffère par sa forme plus conique, sa région postérieure plus déprimée, sa pointe plus longue et plus effilée, son sillon toujours plus long.

*Bel. fusiformis* PARK. (= *bessinus* D'ORB.) se distingue par sa forme plus allongée, lancéolée, sa partie postérieure plus déprimée, son sillon en général plus large et plus profond et sa pointe plus allongée.

L'individu figuré par Phillips (Brit. Bel. pl. 26, fig. 63, V<sup>v</sup>, S<sup>v</sup>, L<sup>v</sup>) sous le nom de *Bel. bessinus* appartient probablement à *Bel. verciacensis*.

Cette espèce, abondante dans l'oolithe ferrugineuse d'Isenay, se trouve, dans le département de Saône-et-Loire, dans les premiers sédiments du Bathonien inférieur, zone à *Procerites zigzag*, à Hurigny, Verzé, Lugny-les-Charolles.

#### BELEMNOPSIS TERMINALIS PHILLIPS

1869. PHILLIPS. Brit. Bel., p. 103, pl. 25, fig. 62.

En 1883, Mayer-Eymar (Grundzüge d. Classif. d. Belem., p. 641) a remplacé ce nom par celui de *Bel. anglicus*, parce qu'il existait déjà un *Bel. terminalis* EICHWALD, mais cette dernière espèce, représentée par un fragment assez mauvais, appartenant au genre *Cylindroteuthis* ; on peut, je crois, conserver le nom donné par Phillips.

Les spécimens examinés ne concordent pas absolument avec la figure donnée par Phillips : celle-ci paraît plus déprimée, mais cela tient, je pense, à ce que l'échantillon n'a pas la région alvéolaire. La diagnose paraît s'appliquer très bien aux échantillons d'Isenay et de Bayeux, cette phrase en particulier : « Ce

fossile diffère de *B. apiconus*, principalement par son ensemble déprimé<sup>1</sup> et son diamètre plus petit, lorsque l'on compare deux spécimens de même longueur ». Cette espèce est représentée à Isenay par de nombreux échantillons.

Quelques individus à sillon plus large se rapprochent de *Bel. fusiformis* PARK. mais s'en distinguent nettement par leur diamètre proportionnel un peu plus fort, la dépression du rostre sensiblement moins forte et commençant moins près de la région alvéolaire.

A rattacher encore à cette espèce un spécimen à sillon exceptionnellement long, atteignant le sommet comme chez *Bel. canaliculatus*, mais ne pouvant être confondu avec cette dernière espèce qui est déprimée sur toute sa longueur.

#### *BELEMNOPSIS FUSIFORMIS* PARK.

1811. *Fusiform belemnite* PARKINSON. Organic remains of a former world., 3 v., p. 128, pl. VIII, fig. 13.  
 1826. *Belemnites fusiformis* MILLER. Geol. trans., vol. 2, p. 61, pl. 8, fig. 22.  
 1842. *Belemnites bessinus* D'ORBIGNY. Ceph. jur., p. 110, pl. 13, fig. 7.  
 1842. *Belemnites Fleuriausi* D'ORBIGNY. Ceph. jur., p. 111, pl. 13, fig. 14-18.  
 1869. *Belemnites anomalus* PHILLIPS. Brit. Bel., p. 104, diag. 26.

Espèce variable dans ses proportions, à sillon plus ou moins large et profond.

Les différents noms donnés s'appliquent à des variétés plus ou moins étroites ou à des individus d'âges divers.

Cette espèce est assez abondante à Isenay. Un échantillon du Bathonien inférieur de la Chalotte.

#### *BELEMNOPSIS WURTEMBERGICA* OPPEL

- 1856-1858. Die Juraformation, p. 365, § 53, n° 13.  
 1848. *Belemnites fusiformis* QUENSTEDT. Ceph., pl. 29, fig. 20-24.

Cette espèce est rare à Isenay.

1. Le spécimen de Phillips n'avait pas la région alvéolaire qui n'est pas déprimée, mais plutôt légèrement comprimée.



*Gastropodes et Pélécyposes*

PAR M. COSSMANN

*DICROLOMA (PIETTEIA) PHILLIPSI* [D'ORB.]

1829. *Rostellaria composita* PHILL. Geol. Yorksh., p. 124, pl. ix, fig. 28  
(non Sow.).
1850. *Pterocera Phillipsi* D'ORB. Prod., t. I, p. 270, 10<sup>e</sup> ét., n<sup>o</sup> 165.
- ?1853. *Alaria Phillipsi* MORR. et LYC. Moll. gr. ool., p. 111, pl. xv, fig. 15.
1854. — MORRIS. Catal., p. 234.
1867. *Alaria hamus* LAUBE. Gastr. Balin., p. 23.
1884. — var. *Phillipsi* HUDL. Geol. Mag., dec. III, vol. I, p. 145,  
pl. vi, fig. 3-4.
1887. — — HUDL. Gastr. infer. Ool., p. 116, pl. iv,  
fig. 8.
1891. — 3<sup>e</sup> var. PIETTE. Pal. fr., t. j., t. III, p. 39, pl. v, fig. 10.
1892. — var. *Phillipsi* HUDL. et WILS. Brit. jur. gastr., p. 31.
1904. *Dicroloma (Pietteia) Phillipsi* COSSM. Essai Pal. comp., livr. VI, p. 92.

C'est avec raison qu'Hudleston a séparé, comme variété, cette coquille plus étroite que *D. hamus*; l'une et l'autre ont vécu dans le Bajocien, tandis que la coquille bathonienne que Morris et Lycett ont à tort identifiée avec *D. hamus* doit porter un nom différent, peut-être *D. Deslongchampsii* D'ORB. Piette s'est borné à désigner et à figurer la variété sans lui attribuer le nom *Phillipsi* qui cependant existait depuis longtemps dans le Prodrôme, comme correction de l'erreur autrefois commise par Phillips qui confondait cette espèce avec *Rostellaria composita* Sow. Ainsi que je l'ai expliqué dans la sixième livraison de mes « Essais de Paléococonch. comp. », le nom *Alaria* préemployé doit être remplacé par *Dicroloma* GABB; en outre, *D. hamus* — qui est le génotype de la section « monodactyles » de Piette — doit recevoir le nom sous-générique *Pietteia* COSSM.

L'espèce est commune à Isenay; on la trouve aussi à Nuars, mais, en Franche-Comté, M. Petitclerc ne signale que la forme typique de *D. hamus*.

*SPINIGERA LONGISPINA* [DESL.]

1842. *Ranella longispina* DESL. Mém. Soc. linn. Norm., t. VII, p. 152,  
pl. x, fig. 29.
1850. *Spinigera longispina* D'ORB. Prod., t. I, p. 270, 10<sup>e</sup> ét., n<sup>o</sup> 168.
1854. — MORRIS. Catal., p. 279.
1888. — HUDL. Gastr. infer. ool., p. 104, pl. iii, fig. 4.
1891. — PIETTE. Pal. fr., t. j., terr. III, p. 482, pl. xci,  
fig. 2-9; et pl. xcii, fig. 1.
1892. — HUDL. et WILS. Brit. jur. gastr., p. 119.
1904. — COSSM. Essais Pal. comp., livr. VI, p. 101,  
pl. vii, fig. 2.

Cette espèce est trop connue pour qu'il soit nécessaire de la décrire et de la figurer ici, d'autant plus que les spécimens d'Isenay sont dans un état de conservation très médiocre<sup>1</sup> : ils laissent cependant apercevoir les stries spirales qui existent à la partie inférieure de chaque tour, tandis que la région antérieure est lisse. Les autres espèces bajociennes d'Angleterre — qu'HUDLESTON a séparées de la forme typique — se distinguent : *S. recurva* HUDL. par sa forme plus trapue et par ses épines recourbées ; *S. didactyla* HUDL., par sa carène située tout contre la suture antérieure, et par son dernier tour bianguleux, donnant naissance à deux digitations au lieu d'une seule ; *S. Trinitatis* TAWNEY, par sa forme plus étroite, moins comprimée, par ses tours plus nombreux et moins élevés, par sa carène située plus en avant et plus lamelleuse.

*PURPURINA BELLONA* [D'ORB.]

1830. *Turbo Bellona* D'ORB. Prod., t. I, p. 266, 10<sup>e</sup> ét., n<sup>o</sup> 97.  
 1852. *Purpurina Bellona* D'ORB. Pal. fr., t. j., t. II, pl. cccxxxI, fig. 1-3.  
 1887. — HUDL. Gastr. inf. ool., p. 88, pl. I, fig. 5-7.  
 1892. — HUDL. et WILS. Brit. jur. gastr., p. 114.  
 ? 1900. *Purpurina elaborata* PETITCLERC. Contr. Baj., p. 68 (non M.-et-L.),  
 1906. *Purpurina Bellona* COSSM. Essais Pal. comp., livr. VII, p. 206, pl. VII, fig. 19.  
 1913. — COSSM. *Cerith. jurass.*, p. 161, pl. VIII, fig. 31-32.

C'est bien à la forme typique du Calvados qu'il y a lieu de rapporter les spécimens d'Isenay et probablement aussi ceux de Franche-Comté que M. Petitclerc a identifiés avec *P. elaborata* M. et L., espèce bathonienne qui a la spire moins élevée, le dernier tour plus renflé, l'ouverture plus ample, etc. Elle existe aussi à Nuars, coll. Dom Valette, un seul exemplaire.

*PURPURINA INFLATA* TAWNEY

1873. *P. inflata* TAWNEY. Dundry gastr., p. 4, pl. III, fig. 9.  
 1887. — HUDL. Gastr. inf. ool., p. 92, pl. II, fig. 2.  
 1892. — HUDL. et WILS. Brit. jur. gastr., p. 115.  
 1900. — PETITCLERC. Contr. Baj., p. 69, n<sup>o</sup> 37.  
 1906. — COSSM. Essais Pal. comp., livr. VII, p. 206, pl. VII, fig. 10.  
 1913. — COSSM. *Cerith. jur.*, p. 162, pl. VII, fig. 13-14.

De même que M. Petitclerc, je rapporte à l'espèce anglaise un spécimen d'Isenay (coll. de Grossouvre), caractérisé par sa forme renflée et par sa spire très courte : il est en assez bon état, mais l'espèce de Tawney est trop connue et je l'ai figurée déjà

1. DOM VALETTE — qui a trouvé la même espèce à Nuars — m'a généreusement cédé son meilleur exemplaire.

deux fois, de sorte qu'il ne me paraît pas utile d'en donner une nouvelle reproduction. On sait que *P. elaborata* a la spire plus élevée et le dernier tour moins arrondi, les côtes axiales plus anguleuses, etc.

*PURPURINA ASPERA* HUDLESTON

PL. XVI, FIG. 1-2.

1888. *P. aspera* HUDL. Gastr. infer. ool., p. 91, pl. 1, fig. 11.

1892. — HUDL. et WILS. Brit. jur. gastr., p. 114.

Taille moyenne ; forme élancée, plus haute que large ; spire assez longue, étagée, à galbe conique, croissant régulièrement sous un angle apical de 65° ; six tours très anguleux au milieu, dont la hauteur atteint les deux cinquièmes de la largeur, séparés par des sutures linéaires et ondulées ; environ quinze côtes axiales, épaisses, crénelant la carène médiane, traversées par quatre filets spiraux sur la région antérieure, et par des lignes souvent peu visibles sur la rampe située au-dessous de la carène. Dernier tour égal aux deux tiers de la hauteur totale, arrondi en quart de cercle sur la base à partir de la carène, et orné — sur cette région — de dix à douze rubans concentriques que croisent les costules graduellement atténuées jusqu'au centre à peine perforé, ainsi que des lignes d'accroissement qui y produisent des granulations obtuses. Ouverture ovale ; labre peu excavé sur la rampe inférieure ; columelle calleuse, versante en avant.

*Dim.* — Longueur : 34 mm. ; diamètre : 24 mm.

*Rapp. et diff.* — Ainsi que l'a remarqué Hudleston, cette espèce est plus élancée et a la base plus courte que *P. Bellona* ; sa rampe est plus décline, ses côtes sont moins nombreuses et plus écartées. Quant à *P. calcar* HUDL., c'est une coquille aussi haute que large, qui a encore moins de côtes plus aiguës, et dont la carène est située plus en avant sur chaque tour.

Isenay, plésiotype unique, coll. de Grossouvre.

*PURPURINA (EUCYCLOIDEA) BIANOR* [D'ORB.]

1850. *Turbo Bianor* D'ORB. Prod., t. I, p. 266, 10<sup>e</sup> éd., n° 102'.

1852. *Purpurina Bianor* D'ORB. Pal. fr., t. j., t. II, pl. cccxxxi, fig. 14-15.

1888. *P. (Eucycloidea) Bianor* HUDL. Gastr. infer. ool., p. 93, pl. II, fig. 5.

1906. — COSSM. Essais Pal. comp., livr. VII, p. 208, pl. VII, fig. 14.

1909. — THEVENIN. Types Prod., p. 72, pl. XVI, fig. 9.

1913. — COSSM. *Cerith. jurass.*, p. 168, pl. VIII, fig. 35-37.

On pourrait confondre les nombreux spécimens d'Isenay avec

des *Eucyclus* à cause de leur galbe et de leur ornementation analogues ; mais, outre que leur taille est constamment plus petite, il suffit d'examiner des ouvertures bien conservées pour se rendre compte qu'elles comportent un bec antérieur bien formé, tandis que l'ouverture d'*Eucyclus* en est dépourvue ; *Eucycloidea* a une columelle calleuse, versante ou infléchie vers le bec, et recouvrant imparfaitement la fente ombilicale ; d'autre part, la sinuosité des accroissements, au dernier tour, révèle une courbure du profil du labre, coïncidant avec la rampe postérieure, comme chez *Purpurina*, tandis qu'*Eucyclus* a le labre rectiligne à la même hauteur : ce sont donc des coquilles qui appartiennent à deux Familles différentes, et d'ailleurs l'ornementation elle-même fournit un critérium différentiel, puisqu'elle est muriquée chez *Eucyclus*, granuleuse chez les *Purpurinidæ*, de sorte que *Turbo Belia* D'ORB. que l'auteur a rapproché de *T. Bianor* est un *Eucyclus*, d'après la figure de la Paléontologie française ; Hudleston n'a pas remarqué cette différence capitale quand il a — lui aussi — comparé les deux espèces. Quant à moi, dans la X<sup>e</sup> livraison de mes « Essais de Paléonconchologie comparée », j'ai laissé échapper une erreur d'impression en citant (p. 54) *Purp. Bianor* dans la répartition stratigraphique des *Eucyclus*.

*P. Bianor* n'a pas été signalée dans le Bajocien de la Haute-Saône, mais elle existe aussi à Nuars, coll. Dom Valette.

#### CRYPTAULAX TETRATÆNIATUM COSSM.

1913. *C. tetratæniatum* COSSM. *Cerith. jurass.*, p. 103, pl. iv, fig. 93-98.

J'ai donné, dans un précédent mémoire, une série de figures de cette espèce qui se sépare nettement de *C. contortum* par ses quatre carènes spirales, dont deux sont épineuses, au lieu de trois qui existent chez l'espèce du Calvados ; ce critérium différentiel est constant et invariable, ainsi que j'ai pu le vérifier sur un grand nombre d'échantillons d'Isenay où cette rare espèce est particulièrement commune, comme à Nuars d'ailleurs, gisement du topotype. L'alignement des côtes axiales produit, en général, l'aspect régulièrement prismatique de cette étroite coquille, et la torsion autour de l'axe est un fait plus rare. L'angle apical est à peine de 12°, tandis que celui de *C. contortum* est plus ouvert (15 à 18° environ).

#### PROCRITHIUM (XYSTRELLA) BAJOCENSE [GREPPIN]

1898. *Pseudocerithium bajocense* GREPPIN. *Desc. Bajoc. de Bâle*, p. 40, pl. iv, fig. 7-8.

1913. *Procerith. (Xystr.) bajocense* COSSM. *Cerithiacea* jurass., p. 87, pl. IV, fig. 59-61.

J'ai précédemment insisté sur la séparation générique à faire entre cette espèce et la précédente qu'on pourrait confondre à cause de l'analogie de leur ornementation qui diffère d'ailleurs, par le nombre plus grand des costules axiales, de *P. bajocense*, par l'angle apical qui dépasse généralement 20°, par son galbe non prismatique, quoique la torsion soit à peine visible. Celle-ci est du reste plus rare à Isenay que *C. tetratæniatum* : on la trouve à Nuars, coll. Dom Valette.

*PROCERITHIUM (RHABDOCOLPUS) SCALARIFORME* [DESH.]

1837. *Melania scalariformis* DESH. *Encycl. méth.*, p. 427, n° 15.  
 1842. — EUDS. DESL. *Mém. Soc. linn. Norm.*, t. VII, p. 218, pl. XI, fig. 63.  
 1850. *Cerithium subscalariforme* D'ORB. *Prod.*, t. I, p. 271, 40° ét., n° 172.  
 1889. — var. *spinicosta* WRIGHT in HUDL. *Gastr. infer. ool.*, p. 151, pl. VIII, fig. 8.  
 1892. — — HUDL. et WILS. *Brit. jur. gastr.*, p. 57.  
 1898. — GREPPIN. *Desc. foss. Baj. de Bâle*, p. 38.  
 1900. — PETITCLERC. *Contr. Baj.*, p. 63.  
 1913. *Procerith. (Rhabd.) scalariforme* COSSM. *Cerith. jur.*, p. 73, pl. III, fig. 101-102.

Assez abondante à Isenay, cette coquille a été nettement définie dans mon récent Mémoire sur les *Cerithiacea* jurassiques de France, dans lequel j'ai rectifié les confusions qui s'étaient antérieurement produites entre elle et *P. undulatum* DESH., forme bien distincte par son angle apical plus ouvert. J'ai aussi à cette occasion, rétabli la dénomination primitive *scalariforme* qu'il n'y avait pas lieu de changer, comme l'a fait d'Orbigny en l'introduisant à tort dans le genre *Cerithium*.

Ainsi qu'on le voit d'après les références synonymiques, *P. scalariforme*, génotype de *Rhabdocolpus*, a une grande extension géographique, du Yorkshire à la Suisse, et elle ne paraît être rare dans aucun de ces gisements.

*PROCERITHIUM (RHABDOCOLPUS) GRANULATOCOSTATUM* [MUNST.]

PL. XVI, FIG. 8.

1843. *Cerithium granulatocostatum* MUNST. in GOLDF. *Petref. Germ.*, t. II, p. 32, pl. CLXXXIII, fig. 10.  
 1850. — D'ORB. *Prod.*, t. I, p. 271, 40° ét., n° 188.  
 1898. *Cerithium subscalariforme* GREPPIN. *Desc. foss. Bajoc. de Bâle*, p. 37, pl. IV, fig. 9 (*sola*).  
 1913. *Procerith. (Rhabd.) granulatocostatum* COSSM. *Cerith. jurass.*, p. 74, pl. IV, fig. 11-12.

Au milieu des nombreux spécimens de *P. scalariforme* du gisement d'Isenay, on sépare assez facilement quelques échantillons plus rares d'une forme plus granuleuse et moins nettement costulée qui appartient cependant encore au s. genre *Rhabdocolpus* par son ouverture ovale et par la prédominance de l'ornementation axiale sur l'ornementation spirale. La plupart des auteurs se sont mépris sur l'âge exact du gisement de *P. granulatocostatum*, Wasseraufingen en Allemagne ; d'Orbigny a dissipé ces confusions en réservant le nom donné par Munster à la coquille bajoicienne, et en attribuant le nom *russienne* à l'espèce oxfordienne qui en diffère sensiblement ; j'ai ensuite complété le phylum des mutations à distinguer, en nommant *brachymorphum* celle du Bathonien, et *Oehlerti* celle du Callovien,

*TEREBRELLA VALETTEI* COSSM.

1913. *T. Valettei* COSSM. *Cerith. jurass.*, p. 143, pl. v, fig. 93-102.

Tout récemment figurée dans les Mémoires de la Société d'après des plésiotypes venant précisément du gisement d'Isenay, cette espèce ressemble à *T. Opis* du Calvados<sup>1</sup>, mais elle s'en écarte par sa forme moins trapue à la base, par la disparition à peu près complète des crénelures qui caractérisent la rampe suprasaturale de l'espèce de d'Orbigny ; ses costulés très incurvés persistent avec une sinuosité très marquée jusqu'à la périphérie de la base du dernier tour. C'est donc une race bien distincte de celle du Calvados ainsi que de *T. comma* HUDL. qui est commune en Angleterre et probablement identique à *T. Opis*, tandis que le véritable *T. comma* GOLDF. représente une troisième race localisée en Allemagne. *T. Valettei* est encore plus différente de *T. comma* puisque cette dernière espèce a une rangée de crénelures suprasaturales qui forme une bande nettement isolée par une rainure spirale.

*PSEUDOMELANIA PROCERA* [DESL.]

1843. *Melania procera* DESL. *Mém. Soc. linn. Norm.*, t. VII, p. 222, pl. XII, fig. 5-6.

1843. *Melania acicula* DESL. *Ibid.*, p. 224, pl. XII, fig. 7.

1850. *Chemnitzia procera* D'ORB. *Prod.*, t. I, p. 263. ét. 10<sup>e</sup>, n<sup>o</sup> 50.

1850. *Chemnitzia acicula* D'ORB. *Ibid.*, n<sup>o</sup> 47.

1852. *Chemnitzia procera* D'ORB. *Pal. fr., terr. jur.*, t. II, p. 41, pl. CCXXXIX, fig. 2-3 (*sub nom. turris*).

1. Une faute d'impression du mémoire précité laisse croire qu'il n'y a « aucune analogie générique » : il faut lire « n'a qu'une analogie générique ».

1882. *Chemnitzia lineata* HUDL. *Geol. Mag.*, t. IX, p. 241, pl. vi, fig. 1-2  
(non Sow.).
1891. *Pseudomelania procera* HUDL. *Gastr. ool. inf.*, p. 237, pl. xvii, fig. 9 ;  
pl. xviii, fig. 1-2 ; pl. xxi, fig. 1.

C'est aussi cette espèce — en compagnie de *P. turris* DESL. — qu'on rencontre dans la Nièvre à Isenay, malheureusement à l'état de fragments qui permettent seulement de reconnaître le galbe des tours évidés au-dessus d'un bourrelet obsolète qui surmonte la profonde suture ; on sait en effet que *P. turris* DESL. se distingue par son angle apical toujours supérieur de 5° au moins. Les spécimens d'Angleterre (Yorkshire) qu'a fait figurer Hudleston sont un peu moins évidés, mais moins subulés cependant que *P. normaniana* ; cet auteur les avait d'abord rapportés à *P. lineata* Sow. à cause de traces d'ornementation spirale et ponctuée qu'il avait cru y distinguer.

D'Orbigny n'a signalé cette espèce que dans le Calvados, tandis que *P. turris* (= *coarctata*) aurait aussi vécu dans les Deux-Sèvres.

Isenay, coll. de Grossouvre.

#### *PSEUDOMELANIA TURRIS* [DESL.]

1843. *Melania turris* DESL. *Mém. Soc. linn. Norm.*, t. VII, p. 224, pl. xii,  
fig. 8.
1843. *Melania coarctata* DESL. *Ibid.*, p. 226, pl. xii, fig. 11-12.
1850. *Chemnitzia turris* D'ORB. *Prod.*, t. I, p. 263, ét. 10°, n° 48.
1850. *Chemnitzia coarctata* D'ORB. *Ibid.*, n° 49.
1852. *Chemnitzia coarctata* D'ORB. *Pal. fr.*, terr. j., terr. II, p. 45, pl. ccxi,  
fig. 1-3.
1891. *Pseudomelania coarctata* HUDL. *Gastr. inf. ool.*, p. 242, pl. xviii,  
fig. 9 ; pl. xix, fig. 1.

Dès l'instant que d'Orbigny concluait à la nécessité de réunir les deux formes séparées par Deslongchamps — et c'est d'ailleurs mon avis — il fallait conserver le nom le plus ancien (*turris*) qui précède l'autre de deux pages dans la publication originale. Cette espèce est caractérisée par ses tours évidés entre deux bourrelets arrondis qui bordent les profondes sutures, et par son angle apical de 20°. Les spécimens de Yorkshire figurés dans la Monographie d'Hudleston ont le bourrelet inférieur subanguleux, de sorte que les tours paraissent plus étagés ; un autre échantillon un peu plus étroit se rapproche davantage de *P. Lonsdalei* MORR. et LYC., un autre au contraire a plus d'affinité avec *P. robusta* HUDL. Il y a moins de variations et plus d'uniformité chez les spécimens recueillis en France, soit dans le Calvados,

soit dans les Deux-Sèvres et la Vendée, soit enfin dans la Nièvre.  
Isenay, coll. de Grossouvre ; Nuars, coll. Dom Valette.

*EUCYCLUS ORBIGNYANUS* HUDLESTON

1855. *Purpurina ornata* D'ORB. Pal. fr., terr. jur., t. II, pl. cccxxx, fig. 4-5  
(non Sow.).  
1892. *Amberleya Orbignyana* HUDL. Gastr. infer. ool., p. 285, pl. xxii,  
fig. 7-8.  
1900. *Amberleya ornata* PETITCLERC. Contr. baj., p. 72.

La confusion — qui s'est longtemps produite au sujet des spécimens qu'on dénommait à tort *Turbo ornatus* Sow. — a été dissipée par Hudleston qui a réservé, conformément aux types originaux, le nom *ornatus* à la coquille ornée de rangées spirales d'épines à peu près équidistantes au dernier tour, c'est-à-dire à celle que d'Orbigny a figurée sous le nom *Purpurina Bathis*, tandis que celle qu'il a figurée sous le nom *P. ornata*, caractérisée par son unique angle épineux au dernier tour, avec une rampe lisse en dessous, doit être désignée sous le nom *Orbignyana*. C'est bien cette dernière espèce qu'on rencontre dans le Centre et l'Est de la France, et au contraire, *E. Bathis* D'ORB. (peut-être race distincte du véritable *E. ornatus*) paraît localisé dans les gisements de l'Ouest, particulièrement dans le Calvados.

Nos spécimens d'Isenay et de Maison-Rouge (Nièvre) ne sont pas en état d'être utilement figurés ; mais j'en possède un de Nuars que m'a cédé Dom Valette et qui est aussi bien conservé que le type d'Angleterre figuré par Hudleston.

*EUCYCLUS BELIA* [D'ORB.] <sup>1</sup>

1850. *Turbo Belia* D'ORB. Prod., t. I, p. 266, 10<sup>e</sup> éd., n<sup>o</sup> 97.  
1852. *Purpurina Belia* D'ORB. Pal. fr., t. j., t. II, pl. cccxxx, fig. 9-10.  
1916. *Eucyclus Belia* COSSM. Essais Pal. comp., livr. X, p. 54.

Très voisine d'*E. Orbignyana* ci-dessus mentionné, cette espèce s'en distingue cependant par son galbe plus étagé, avec une rampe postérieure plus déclive, par son ornementation moins grossière qui comporte un plus grand nombre de filets plus serrés sur la base, des crénelures muriquées moins écartées et moins saillantes sur la carène principale, enfin une chaînette plus fine au-dessus de la suture. Tous ces critères différentiels ont été

1. Dom Valette possède, de Nuars, un bon spécimen de *Lamelliphorus ornatisimus* [D'ORB.].



parfaitement figurés sur la planche de la Paléontologie française, et comme — d'autre part — nos deux spécimens d'Isenay ne sont pas dans un état qui mérite de les faire reproduire, je me borne à bien insister sur ces caractères.

Ainsi que je l'ai exposé plus haut, à propos d'*Eucycloidea Bianor*, il ne faut pas confondre cet *Eucyclus Belia* avec l'autre coquille qui est un *Purpurinidæ* bien avéré : ici, l'ouverture ne comporte aucun bec antérieur, la base est imperforée, et l'ornementation a bien l'apparence muriquée, quoiqu'elle soit moins épineuse que celle d'*Eucyclus Orbignyanus*.

### *RISELLOIDEA BAJOCICA* COSSM.

PL. XVI, FIG. 4-5.

1850. *Trochus biarmatus* D'ORB. Prod., t. I, p. 264, ét. 10°, n° 71\* (non M.).  
 1852. — D'ORB. Pal. fr., t. j., t. I, p. 271, pl. CCCXII, fig. 1-4.  
 1873. *Littorina biarmata* TAWNEY. Dundry gastr., p. 24.  
 1892. *Trochus biarmatus* HUDL. et WILS. Brit. jur. gastr., p. 123.  
 1894. *Trochus biarmatus* HUDL. Gastr. infer. ool., p. 386, pl. XXXII, fig. 14.  
 1916. *Risella (Riselloidea) bajocica* COSSM. Essais Pal. comp., livr. X, p. 263, pl. III, fig. 25-26.

Ainsi que j'ai pu le constater d'après la monographie des Gastropodes du Jura brun de la Souabe, la forme typique décrite par Munster sous le nom *biarmatus* appartient à l'étage Callovien d'Allemagne, tandis que les fossiles bajociens de France et d'Angleterre — que d'Orbigny, puis Hudleston, ont assimilés à l'espèce callovienne — forment une mutation ancestrale qui s'en distingue par ses tubercules plus gros et plus écartés, par son ornementation spirale et très fine entre les plis, par sa columelle plus calleuse et creusée au milieu par une rainure bien visible sur le plésiotype d'Isenay que je fais reproduire ici.

Je n'insiste pas davantage sur les autres caractères de *R. bajocica* dont une diagnose très détaillée vient d'être précisément publiée dans la livraison X<sup>e</sup> de mes « Essais de Pal. comp. ». Peut-être même, ainsi que je l'ai indiqué à la suite de cette description, devrait-on séparer comme une race distincte (*R. Hudlestoni* COSSM.) les spécimens d'Angleterre qui ont les tubercules encore plus écartés et la base très noduleuse.

Toutes ces formes appartiennent d'ailleurs au s. genre *Riselloidea* (olim *Risellopsis* COSSM., non Kesteven) qui est sûrement un *Littorinidæ*, et non pas un *Trochidæ*.

*R. bajocica* est assez commun dans la Nièvre : Peron l'avait recueilli à Nuars, Dom Valette également, M. de Grossouvre à

Isenay et à Maison-Rouge; d'Orbigny l'a signalée dans le Calva-dos et la Vendée.

*AMPULLOSPIRA BAJOCENSIS* [D'ORB.]

1850. *Natica bajocensis* D'ORB. Prod., t. I, p. 264, 10<sup>e</sup> ét., n<sup>o</sup> 67\*.  
 1852. — D'ORB. Pal. fr., t. j., t. II, p. 189, p. CCLXXXIX,  
 fig. 1-3.  
 1873. *Euspira bajocensis* TAWNEY. Dundry gastr., p. 5, pl. I, fig. 4.  
 1892. *Natica bajocensis* HUDL. Gastr. infer. ool., p. 263, pl. xx, fig. 13.  
 1892. — HUDL. et WILSON. Brit. jur. gastr., p. 79.

Commune dans la plupart des gisements de l'étage Bajocien, cette coquille de taille moyenne est caractérisée par son galbe ovoïdo-conique, par sa spire assez longue, à sutures canaliculées, par sa base complètement dépourvue d'ombilic. La mutation bathonienne — à laquelle d'Orbigny a donné le nom *pictaviensis* — ne se distinguerait de son ancêtre, d'après lui, que par la présence d'une fente ombilicale; mais j'ai tout lieu de croire que c'est tout simplement une rainure creusée sur le moule par le bord columellaire, et qu'*A. pictaviensis* se distingue plutôt par son angle apical un peu plus ouvert, par ses tours moins conjoints vers la suture, plus convexes au milieu, enfin par sa gouttière dans l'angle inférieur de l'ouverture qui est presque détachée. Aux environs de Bâle, Greppin a recueilli une forme plus convexe et plus arrondie, à tours plus étroits et moins canaliculés, qu'il a décrite sous le nom *basileensis*. On sait, d'autre part, que le Genre *Euspira* préemployé a été changé par Harris en *Ampullospira*.

Dans la Nièvre, Nuars, Vendenesse, coll. Dom Valette.

*ATAPHRUS ACMON* [D'ORB.]

1850. *Trochus Acmon* D'ORB. Prod., t. I, p. 265, 10<sup>e</sup> ét., n<sup>o</sup> 80.  
 1852. — D'ORB. Pal. fr., t. jur., t. II, p. 278, pl. CCCXIV,  
 fig. 1-4.  
 1872. *Monodonta Acmon* TAWNEY. Dundry gastr., p. 37.  
 1887. *Chrysostoma Acmon* ZITTEL. Handb. Pal., t. II, p. 191, fig. 248.  
 1892. *Ataphrus Acmon* HUDL. et WILS. Brit. jur. gastr., p. 41.  
 1894. — HUDL. Gastr. infer. ool., p. 351, pl. XXIX, fig. 11-12.  
 1900. — PETITCLERC. Contr. baj., p. 73.

J'ai exclu à dessein de la synonymie qui précède toutes les citations relatives à la présence de cette espèce bajocienne soit dans le Bathonien, soit dans le Jura brun de Balin qui se rapproche du Callovien: toutes ces espèces d'*Ataphrus* sont très faciles à confondre, ainsi que je l'ai remarqué, dès 1885, en ressus-

citant pour la première fois ce Genre de Gabb ; mais il n'y a pas de raison — parce qu'elles sont lisses et peu caractérisées — pour en conclure qu'il n'y a qu'une seule espèce à travers tous les étages dans lesquels on distingue, au contraire, des mutations sitôt qu'il y a des ornements pour les différencier.

Rare dans la Nièvre (M. de Grossouvre n'en a recueilli qu'un seul échantillon peu complet à Saint-Benin d'Azy, et Dom Valette en possède un de Nuars), *A. Acmon* est commun dans le Bassin anglo-normand. M. Petitclerc en a signalé deux exemplaires dans la Haute-Saône.

*AMPHITROCHUS DUPLICATUS* [SOW.]

1817. *Trochus duplicatus* Sow. Min. Conch., t. II, p. 179, pl. 181, fig. 5.  
 1850. — D'ORB. Prod., t. I, p. 263, ét. 10<sup>e</sup>, n° 77.  
 1852. — D'ORB. Pal. fr., terr. j., t. I, p. 275, pl. cccxiii, fig. 5-8.  
 1854. — MORRIS. Catal., p. 281.  
 ?1867. — LAUBE. Gastr. Balin., p. 10, pl. II, fig. 7.  
 1873. — TAWNEY. Dundry gastr., p. 32.  
 1892. — HUDL. et WILS. Brit. jur. gastr., p. 124.  
 1894. — HUDL. Gastr. infer. ool., p. 373, pl. xxxi, fig. 10.  
 1898. — GREPPIN. Desc. foss. Bajoc. de Bâle, p. 50.

Les deux spécimens recueillis à Isenay par M. Grossouvre sont incomplets et de petite taille ; ceux de Nuars, coll. Dom Valette, ne sont guère meilleurs : néanmoins ils suffisent pour qu'on puisse affirmer la présence dans la Nièvre de cette espèce si commune dans le Bassin anglo-normand. Il ne faut pas la confondre, comme l'a fait en partie d'Orbigny, avec *T. subduplicatus*, du Toarcien, qui appartient au même groupe, mais dont le galbe et l'ornementation sont assez différents : *T. duplicatus* est caractérisé par ses deux rangs de granulations très rapprochées qui encadrent la suture, et par son galbe extraconique, l'angle apical croissant à mesure que la coquille vieillit ; l'ombilic est garni d'une carène tuberculeuse et il est assez resserré à l'âge adulte.

Conformément à la remarque que j'ai faite dans ma « Note sur ce Callovien de la Haute-Marne » (1907), p. 14, toutes les formes à plis circa-ombilicaux constituent un Genre bien particulier dont le génotype est précisément notre espèce bajocienne, avec une gouttière antérieure à l'ouverture, et que j'ai dénommé *Amphitrochus* ; cette gouttière n'a cependant aucune analogie avec l'échantillon des *Modulidæ*, aussi je pense qu'*Amphitrochus* est simplement un rameau infrajurassique des *Trochidæ*.

*PROCONULUS BAJOCICUS* COSSM.

1917. *P. bajocicus* COSSM. Essais Pal. comp., livr. XI, p. 276, pl. ix, fig. 16-17, et fig. 103.

Cette espèce a été prise comme plésiogénotype de *Proconulus* (*olim Callistoma* jurassique). Les échantillons de Nuars (coll. Dom Valette) ont leurs tours un peu plus évidés, et les stries de la base sont plus effacées que sur le spécimen normand figuré dans mes « Essais ». Néanmoins, il ne me paraît pas douteux qu'il s'agit bien de la même espèce que je confondais à tort avec *Trochus acanthus* D'ORB.; les caractères de l'ouverture, le galbe et l'angle apical, sont identiques : tout au plus s'agirait-il d'une race nivernaise

*PROCONULUS GROSSOUVREI* n. sp.

PL. XVI, FIG. 9-10.

Taille au-dessous de la moyenne; forme conique, aussi haute que large; spire médiocrement allongée, croissant régulièrement sous un angle apical de 70°; environ six tours un peu convexes, dont la hauteur atteint les deux cinquièmes de la largeur, séparés par des sutures enfoncées quoique linéaires; l'ornementation se compose de cinq à sept filets spiraux, plus épais que les rainures qui les séparent, inégaux, granuleux par l'intersection de stries d'accroissement très obliques. Dernier tour presque égal aux deux tiers de la hauteur totale, ornée de neuf filets alternant de grosseur; au-dessus du filet antérieur et avant l'angle périphérique de la base, ces filets sont remplacés par des stries spirales qui persistent jusque sur la base imperforée. Ouverture....

*Dim.* — Hauteur et diamètre : 13 mm.

*Rapp. et diff.* — Cette coquille est extrêmement voisine de *Trochus Davoustanus* D'ORB., qui a été recueillie jadis dans les couches d'Hyéré, improprement rapportées au Bajocien par d'Orbigny, et qui sont bathoniennes; mais notre mutation ancestrale paraît plus étroite et plus conique<sup>1</sup>, avec des tours un peu plus convexes, ornés de plus de filets tandis que les stries concentriques de sa base paraissent être plus fines. Il n'y a d'ailleurs rien de semblable dans l'Oolithe inférieure d'Angleterre.

La Maison-Rouge, coll. de Grossouvre.

1. La figure de la Paléontologie française est très inexacte : mon spécimen d'Hyéré est plus étroit au contraire que *C. Grossouvrei*.

*PLEUROTOMARIA ALCIBIADES* D'ORB.

1855. *P. Alcibiades* D'ORB. Pal. fr., t. j., t. II, p. 515, pl. CD, fig. 6-10.

Caractérisée par sa forme discoïdale, à spire à peine proéminente, par son large ombilic circonscrit, par l'absence à peu près complète de tubercules noduleux à la périphérie bianguleuse du dernier tour, cette espèce se distingue de *P. Palemon* D'ORB., du Bajocien de Sully, non seulement par son galbe plus déprimé, mais encore par son ornementation plus nettement tréllissée, surtout par la position de la bande du sinus qui est placée tout à fait en avant, sur le premier cordon saillant et périphérique. A ce dernier point de vue, *P. Alcibiades* se rapproche plutôt de la section *Talantodiscus* FISCHER, dont le génotype est *P. mirabilis* DELL., du Charmouthien, tandis que *P. Palemon* a une bande médiane comme les *Pleurotomaria s. str.* et que cette bande est située entre deux rangées de tubercules noduleux, vers le milieu de la hauteur de chaque tour de spire.

D'Orbigny n'a signalé *P. Alcibiades* qu'aux environs de Fontenay (Deux-Sèvres) où elle est rare ; il est intéressant de retrouver la même forme à Isenay dans la Nièvre, c'est-à-dire à l'opposé du Massif central, et de constater qu'elle y est au contraire commune.

Isenay, coll. de Grossouvre.

*PLEUROTOMARIA* cf. *BESSINA* D'ORB.

1848. *P. mutabilis*, var. *b patula* DESL. Mém. Pleur., p. 111, pl. x, fig. 12.

1855. *P. Bessina* D'ORB. Pal. fr., t. j., t. II, p. 460, pl. CCCLXXVI, fig. 1-4.

1895. — HUDL. Gastr. infer. ool., p. 406, pl. xxxiv, fig. 4-5.

Ainsi que le désignait le nom *mutabilis*, il s'agit ici d'une forme très variable dans ses proportions et dans son ornementation ; aussi d'Orbigny a-t-il été bien inspiré en séparant *P. Bessina* dont la base ne porte pas les deux groupes de stries concentriques qui caractérisent le véritable *P. mutabilis*, et dont le bourrelet périphérique est limité — du côté de la base — par un sillon assez profond.

Notre spécimen d'Isenay ne paraît pas avoir la spire aussi extraconique et saillante que ceux du Calvados auxquels je l'ai comparé ; mais il est dans un état de conservation assez médiocre, et il a dû perdre quelques tours de spire au sommet qui est

fruste; de sorte qu'il est presque certain qu'il se rapporte bien exactement à l'espèce de d'Orbigny : on distingue bien sur les tours de spire, contre la suture antérieure, la trace des crénelures de la bande spirale qui existe sur *P. Bessina* et qui forme — au dernier tour — le bourrelet périphérique.

Cette espèce a aussi été recueillie par Peron à Vendennesse, coll. Dom Valette; par M. de Grossouvre, à Saint-Benin d'Azy et à Saint-Honoré-les-bains<sup>1</sup>. En Angleterre, les échantillons du Yorkshire, figurés par Hudleston, sont bien typiques.

*PLEUROTOMARIA CIRCUMSULCATA* DESL.

1848. *P. mutabilis* var. *circumsulcata* DESL. Mém. Pleur., p. 112, pl. xi, fig. 2 (non Sow.).  
 1850. *P. conoidea* D'ORB. Prod., t. I. p. 268, ét. 10<sup>e</sup>, n° 126 (non DESH.).  
 1855. *P. circumsulcata* D'ORB. Pal. fr., terr. j., t. II, p. 470, pl. CCCLXXXI, fig. 6-10.  
 1895. — HUDL. Gastr. infer. ool., p. 404, pl. XXXIII, fig. 10-11 et pl. XXXIV, fig. 3.

Ainsi que l'a remarqué d'Orbigny, cette coquille démembrée du groupe que Deslonchamps conondait uniformément sous le nom *mutabilis*, mérite d'être distinguée et de conserver le nom que cet auteur lui attribuait à titre de variété seulement. Elle s'écarte d'ailleurs de *P. Bessina* — dont la rapproche un peu son ornementation — d'une part à cause de son angle apical moins ouvert en moyenne, de son galbe non extraconique, et de sa base imperforée. Je n'ai pu constater l'exactitude de ce dernier critérium sur l'échantillon d'Isenay qui n'est pas dégagé, mais on y reconnaît bien l'ornementation spirale assez grossière, ainsi que les grosses crénelures qui garnissent le bourrelet bordant la partie antérieure de chaque tour, au-dessous de la suture.

D'Orbigny n'a signalé *P. circumsulcata* qu'à Moutiers (Calvados), et il insiste sur ce qu'elle manque à Bayeux dans les gisements du même niveau. Dans la Nièvre, on voit par ce qui précède qu'elle a vécu en compagnie de *P. Bessina*, quoiqu'elle y soit beaucoup plus rare.

*PLEUROTOMARIA aff. CONOIDEA* DESH.

1831. *P. conoidea* DESH. Coq. car., p. 181, pl. iv, fig. 4.  
 1848. *P. mutabilis* var. *abbreviata* DESH. Mém. Pleur., p. 109, pl. x, fig. 13 (non Sow.).  
 1848. — var. *ambigua, mutica, elongata* DESL. *Ibid.*, pp. 113-114, pl. x, fig. 14-15; et pl. xi, fig. I.

1. Les spécimens recueillis par M. de Grossouvre au Mousseau (Bath. infér.), ont la périphérie plus finement crénelée.

1850. *P. subconoidea* D'ORB. Prod., t. I, p. 268, ét. 10, n° 126.

1855. *P. conoidea* D'ORB. Pal. fr., terr. j., t. II, p. 472, pl. CCCLXXXII, fig. 1-4.

Deux jeunes échantillons d'Isenay, que je ne puis réellement séparer de *P. conoidea*, tel que l'a circonscrit d'Orbigny : c'est une espèce variable dont les proportions et l'angle apical changent avec l'âge.

Les spécimens de la Nièvre étant népioniques se rapprochent davantage de la var. *elongata*, leur angle apical ne dépasse guère 40° ; la grosseur du bourrelet crénelé qui existe à la partie antérieure de chaque tour, relativement à la hauteur du tour de spire, communique à la coquille un galbe imbriqué qui s'atténue à mesure qu'elle avance dans sa croissance et qu'on n'observe presque plus chez les échantillons adultes dont les tours sont presque plans et subulés. Leur base n'est pas bien conservée et je n'ai pu y constater l'absence complète d'ombilic qui caractérise *P. conoidea*.

Outre le Calvados, d'Orbigny a cité l'espèce dans le Var ; sa présence à Isenay, dans la Nièvre, a donc un réel intérêt.

#### PLEUROTOMARIA SUBELONGATA D'ORB.

1848. *P. mutabilis*, var *i turrita* DESL. Mém. Pleur. p. 115, pl. X, fig. 16  
(*non mutabilis*).

1850. *P. subelongata* D'ORB. Prod. t. I, p. 268, ét. 10<sup>e</sup>. n° 127.

1852. — D'ORB. Pal. fr., terr. jur., t. II, p. 477, pl. CCCLXXXIII,  
fig. 8-10.

On pourrait penser que cette espèce n'est composée que de jeunes individus très étroits, représentant le point de Pleurotomaires extraconiques qui s'élargissent à mesure que la coquille vieillit ; mais d'Orbigny a fait remarquer avec juste raison que l'angle apical est constant et que les spécimens auxquels il a attribué le nom *subelongata* paraissent complètement adultes, quoique de petite taille. Les échantillons recueillis à Isenay, en assez grande abondance, par M. de Grossouvre répondent complètement à la diagnose de la Paléontologie française, leurs tours semblent seulement un peu plus évidés, ornés de filets spiraux assez grossiers vers le haut, sous le bourrelet antérieur qui borde la suture, et de rides axiales vers le bas. La base aplatie est imperforée. Ils sont tous à peu près de la même taille et ils ne dépassent pas les dimensions indiquées par d'Orbigny ; toutefois, leur angle apical est plutôt de 35° que de 40° comme le porte la diagnose de la Paléontologie française.

Citée à Moutiers seulement par d'Orbigny, cette coquille est

encore une de celles qu'il faut cataloguer dans la Nièvre. Un petit spécimen, à Nuars, coll. Dom Valette.

*PLEUROTOMARIA EBRAYANA* [D'ORB.<sup>1</sup>]

Un seul spécimen, en assez médiocre état, a été recueilli dans le Bajocien moyen de Fourchambault (Nièvre) par M. de Gros-souvre; je le rapporte à *P. Ebrayana* qui est caractérisé par son bourrelet lisse en avant de chaque tour, par sa spire extra-conique et assez finement striée, surtout par la position très antérieure de la bande du sinus, immédiatement au-dessous du bourrelet précité: c'est donc bien encore un *Pleurotomaria s. str.* La base est en entonnoir non ombiliquée, d'après la figure de la Paléontologie française, et elle est uniformément ornée de sillons concentriques; je n'ai pu vérifier complètement la conformité de ces deux derniers critères sur le spécimen dont il s'agit, mais néanmoins la détermination me paraît bien exacte. L'espèce a aussi vécu à Nuars<sup>1</sup>.

*PLEUROTOMARIA (LEPTOMARIA) AMYNTAS* D'ORB.

PL. XVI, FIG. 6-7.

1850. *P. Amyntas* D'ORB. Prod., t. I, p. 268, ét. 10<sup>e</sup>, n<sup>o</sup> 134.  
 1855. — D'ORB. Pal. fr., terr. jur., t. II, p. 495, pl. CCXCII,  
 fig. 6-10.  
 1895. — HUDL. Gast. infer. Ool., p. 415, pl. xxxv, p. 12.  
 1900. — PETITCLERC. Contrib. Baj., p. 88.

Les spécimens d'Isenay ne sont ni adultes ni intacts; cependant je ne puis les rapporter qu'à cette espèce qui représente la section *Leptomaria* dont le génotype est *P. sulcata* Sow., groupe ombiliqué caractérisé par son galbe toujours un peu conoïdal, par son ornementation finement treillissée surtout par sa bande étroite et saillante, exactement située au milieu de chaque tour. Quand *P. Amyntas* n'est pas adulte, ses tours semblent plus anguleux, ils ne s'arrondissent que chez les spécimens gérontiques. L'ombilic paraît plus largement ouvert sur la base des échantillons figurés par Hudleston, que sur le type des environs de Fontenay. En tous cas, il est intéressant de constater l'extension géographique de cette espèce, tandis que c'est *P. subreticulata* qu'on recueille dans le Calvados, bien distinct par ses fortes rides d'accroissement, arquées en sens inverse de

1. Coll. Dom Valette qui m'a aussi communiqué des spécimens de ce même gisement attribués à *P. Palemon* D'ORB.



part et d'autre de la bande du sinus, et aussi par son ombilic encore plus étroit.

*PLEUROTOMARIA (LEPTOMARIA) MONTICULUS* DESL.

PL. XVI, FIG. 3.

1848. *P. monticulus* DESL. Mém. Pleur., p. 143, pl. XIII, fig. 5.  
 1850. — D'ORB. Prod., t. I, p. 268, ét. 10°, n° 129'.  
 1855. — D'ORB. Pal. fr., t. jur., t. II, p. 485, pl. CCCLXXXVIII, fig. 6-10.  
 1873. — TAWNEY. Dundry Gasterop., p. 44.  
 1895. — HADLESTON. Gastr. inf. ool., p. 413.  
 1900. — PETITCLERC. Contrib. Baj., p. 84, n° 54.

Ainsi que l'a fait remarquer M. Petitclerc, les figures de la Paléontologie française donnent une reproduction plus exacte que les figures originales de cette espèce caractérisée par ses rides obliques et sinueuses qui sont fasciculées au-dessus de la suture inférieure de chaque tour et qui n'atteignent même pas la bande médiane du sinus; quant aux stries spirales et ponctuées par les accroissements, elles sont plus visibles au-dessus de cette bande que sur la région convexe où disparaissent les rides; ces stries ponctuées persistent jusque sur la base dont la périphérie est régulièrement arrondie et qui est largement ombiliquée au centre.

*P. monticulus* appartient bien certainement à la section *Leptomaria* comme l'espèce ci-dessus (*P. Amyntas*); mais on l'en distingue par sa forme plus large que haute, par ses tours plus arrondis, par son ombilic plus large, et par ses rides plus marquées vers la suture. Ce sont également les rides et les stries ponctuées, ainsi que l'ombilic, qui l'écartent de *P. Gevreyi* Cossm. et Petitclerc.

La Maison-Rouge (Nièvre), coll. de Grossouvre. D'Orbigny ne cite l'espèce qu'aux Moutiers (Calvados); Comberjon (Haute-Saône), d'après M. Petitclerc. Yorkshire, *vide* Hadleston.

*ALECTRYONIA ASELLUS* [MÉRIAN]

PL. XVI, FIG. 23.

*Ostrea Asellus* MÉRIAN *in schedis*. Mus. basil.

1900. *Alectryonia Asellus* ED. GREPPIN. Bajoc. de envir. Bâle, p. 147, pl. XVII, fig. 1-2, 5.

Test peu épais. Taille petite; forme deux fois plus longue que large, très convexe, arquée, peu inéquivalve, inéquilatérale; contour buccal convexe, contour anal excavé ou rectiligne, sauf

un bombement plus ou moins proéminent vers le haut. Surface dorsale ornée de trente à trente-cinq costules élevées, étroites, tranchantes, qui rayonnent des crochets ou de la croupe médiane, et qui se dirigent vers les bords en divergeant ou en se dédoublant parfois ; elles sont plus fines et plus serrées sur la région anale et surtout sur l'expansion latérale ; leurs intervalles sont profonds et anguleux ; de fines stries d'accroissement couvrent, en outre, toute la surface. Commissure des valves crénelée par l'emboîtement des côtes d'une valve dans les intervalles de l'autre.

*Dim.* — Longueur umbono-palléale : 25 mm. ; largeur antéro-postérieure : 15 mm.

*Rapp. et différ.* — C'est probablement cette espèce que l'on a souvent confondue, dans les gisements bajociens, avec *O. gregarea* qui a beaucoup moins de côtes et dont la forme n'est pas la même. Elle paraît peu connue sous le nom que lui a attribué Mérian, et la plupart des auteurs ne mentionnent, comme *Alectryonia*, qu'*O. subcrenata* D'ORB. (= *O. crenata* GOLDF. non GM., = *O. Marshi* PHILL. non SOW., = *O. flabelloides* ZIETEN non LAMK.) qui est une grande coquille ornée seulement d'un petit nombre de costules rayonnantes et anguleuses.

Saint-Honoré-les-Bains, Isenay, coll. de Grossouvre, Nuars, coll. Dom Valette.

#### *ALECTRYONIA MARSHI* [SOWERBY]

Un spécimen bivalvé, presque complet, d'une belle taille (80 mm.) et assez aplati (25 mm.), provenant de Nuars, existe dans la collection de Dom Valette. M. de Grossouvre a également recueilli des fragments de la même espèce dans les résidus du « patouillet » (minerai lavé) d'Isenay, où elle a vécu associée à *A. Asellus* précitée.

#### *LIORYPHÆA PHÆDRA* [D'ORB.]

1850. *Ostrea Phædra* D'ORB. Prod., t. I, p. 286, 10<sup>e</sup> ét.

Cette espèce a été recueillie par M. de Grossouvre, à Isenay, et par Dom Valette, à Nuars ; ces dernières sont des valves inférieures, à crochet dévié et peu incurvé, mais dont le ligament n'est pas atrophié partiellement comme cela a lieu chez les vraies Exogyres ; la surface extérieure porte généralement une dépression rayonnante du côté anal. Le spécimen d'Isenay est bivalvé.

25 décembre 1919.

Bull. Soc. géol. Fr., (4), XVIII. — 28.

*PLICATULA BAJOCENSIS* [DESL.]

Pl. XVI, FIG. 15.

1858. *P. bajocensis* DESL. Essai s. 1. Plicatules, *Mém. Soc. linn. Norm.*, t. XI, p. 107, pl. xvi, fig. 18-20.  
 1910. — THEVENIN. Types Prod., p. 98 (non d'Orb.).

L'espèce en question existe dans la Nièvre à Saint-Honoré-les-Bains (coll. de Grossouvre) et à Nuars (ma coll., recueilli par Dom Valette) : les deux valves sont ornées d'une quinzaine de côtes rayonnantes, armées de tubulures assez longues et relevées à leur extrémité creuse ; les bords des valves sont irrégulièrement festonnés, les crochets sont presque sans aucune saillie ; enfin les valves sont à peine plus hautes que larges, et quand elles sont réunies, leur épaisseur dépasse peu le tiers de leur plus grand diamètre.

Ainsi que l'a fait très justement observer M. Thevenin, l'espèce que d'Orbigny a brièvement indiquée sous le même nom *bajocensis*, dans son Prodrôme, et dont les types sont figurés par M. Thevenin (pl. xx, fig. 1-2) s'écartent du véritable *bajocensis* par l'absence de tubulures et se rapportent plutôt à *P. Renevieri* DESL. (*ibid.*, pl. xvi, fig. 10-13), espèce d'ailleurs variable ; comme *P. bajocensis* D'ORB. (non DESL.) n'a été figurée que cinquante-deux ans après l'espèce de même nom par Deslongchamps, la rectification de nomenclature admise par M. Thevenin est tout à fait correcte.

*PROSPONDYLUS TUBERCULOSUS* [GOLDF.]

1836. *Spondylus tuberculosus* GOLDF. *Petref. Germ.*, p. 93, pl. cv, fig. 2.  
 1850. *Hinnites tuberculosus* D'ORB. Prod., t. I, p. 285, 10<sup>e</sup> ét., n<sup>o</sup> 427.  
 1858. *Pecten tuberculosus* QUENST. Der Jura, p. 434, pl. lix, fig. 9-10.  
 1885. *Spondylus tuberculosus* QUENST. Petrefactenkunde, p. 777, pl. lx, fig. 13-14.  
 1894. *Semipecten* (*Hinnites*) *tuberculosus* PETITCLERC. Baj. inf. Fr.-Comté, p. 90.  
 1897. *Hinnites abjectus* SCHALCH. Br. Jura Donau-Rhein., p. 606 (non Phill.).  
 1898. *Semipecten* (*Hinnites*) *tuberculosus* GREPPIN. Baj. env. de Bâle, p. 143, pl. xvi, fig. 1.  
 1915. *Hinnites* (*Prospondylus*) *tuberculosus* ROLLIER. Foss. nouv. ou p. conn. 5<sup>e</sup> partie, p. 454.

Je rapporte à cette espèce, bien figurée par Greppin, un spécimen de Saint-Honoré-les-Bains qui n'atteint guère que 3 cm. de diamètre, et dont l'état de conservation ne mérite pas une figure : on y distingue les cinq ou six côtes principales noueuses, dans les intervalles desquelles il en existe cinq ou six plus fines.

En reprenant cette espèce dans sa révision générale du Genre en question, M. Rollier a bien indiqué qu'il ne faut pas la confondre avec *Hinnites abjectus* PHILL., qui appartient à un niveau plus bas. En outre, cet auteur a rétabli — à la place d'*Eopecten* DOUVILLÉ — le nom antérieur *Prospondylus* ZIMM. ; mais il rattache à tort ce Genre secondaire à *Hinnites* tertiaire qui — comme l'a démontré M. Douvillé — est une coquille fixée et ostréiforme, bien différente.

Saint-Honoré-les-Bains, coll. de Grossouvre ; Nuars, coll. Dom Valette ; le Mousseau, dans le Bathonien, coll. de Grossouvre.

*CHLAMYS VIRGULIFERA* [PHILL.]

PL. XVI, FIG. 12-13.

1829. *Pecten virguliferus* PHILL. Yorksh., t. I, p. 128, pl. xi, fig. 20.  
 1836. *Pecten ambiguus* GOLDF. Petref. Germ., t. II, p. 46, pl. xc, fig. 5.  
 1850. *Pecten virguliferus* D'ORB. Prod., t. I, p. 284, 10<sup>e</sup> ét., n<sup>o</sup> 416<sup>r</sup>.  
 1856. *Pecten ambiguus* OPPEL. Juraform., p. 419, § 53, n<sup>o</sup> 198.  
 1857. *Pecten textorius* QUENST. Der Jura, p. 500, pl. LXVII, fig. 5.  
 1867. *Pecten ambiguus* WAAGEN. Die zone der *Amm. Sowerbyi*, p. 632.  
 1899. — GREPPIN. Baj. env. Bâle, p. 114, pl. xiv, fig. 4.

La figure originale de Phillips reproduit bien imparfaitement l'ornementation composée de 30 à 32 côtes rayonnantes, inégalement distribuées, en général plus étroites que leurs intervalles, souvent géminées, et partout ornées de crénelures qui correspondent chacune à cinq ou six stries fasciculées dont sont marqués les intervalles par le fait des accroissements concentriques ; la figure de Goldfuss est plus exacte, et l'on peut y rapporter aussi le fragment (fig. 10) que cet auteur a dénommé à tort *articulatus* comme je l'ai fait observer déjà à propos de *C. subarticulata* de l'Argovien, et de *C. bathonica* COSSM. Notre espèce bajocienne est sensiblement plus haute que large, à peine excavée du côté buccal, avec une échancrure byssale sous l'oreillette antérieure ; à ce point de vue, les figures publiées par M. Grep-pin ne sont pas très exactes, il a indiqué à tort dans le texte que l'une des valves ne porte que 20 côtes ; comme elles sont géminées sur certains échantillons, il y en a autant sur une valve que sur l'autre.

*C. virgulifera* se distingue de *C. Dewalquei* OPPEL — qui existe à Nuars (ma coll.) — par sa forme plus étroite (33 mm. de hauteur sur 27 de largeur), par sa faible convexité (9 mm. pour les deux valves réunies) par ses côtes plus nombreuses et plus étroites, plus finement crénelées.

Saint-Honoré-les-Bains, recueilli par M. de Grossouvre; mi-nières d'Isenay, même collection; Teigny, coll. Dom Valette.

*ÆQUIPECTEN HEDONIA* [D'ORB.]

1850. *Pecten Hedonia* D'ORB. Prod., t. I, p. 284, 10<sup>e</sup> ét., n<sup>o</sup> 418 \*.

1910. — THEVENIN. Types Prod., p. 96, pl. xix, fig. 15-17.

1910. *Chlamys (Æquiptecten) Hedonia* COSSM. Ool. baj. Nuars, p. 12, pl. 1, fig. 14-17.

Petite espèce remarquable par le profond cloisonnement des intervalles de ses treize côtes; comme l'a observé M. Thevenin, l'oreillette postérieure est un peu plus petite que l'oreillette antérieure; celle-ci n'est d'ailleurs pas échancrée, de sorte que l'espèce en question — dont les deux valves sont rigoureusement égales — appartient au genre *Æquiptecten*, *Chlamys s. str.* se distinguant par l'inégalité de ses oreillettes et en général de ses valves qui sont souvent très dissemblables par l'ornementation de leur surface externe, ainsi que par l'échancrure parfois très profonde dont l'oreillette antérieure — plus grande que l'autre — est entaillée pour le passage du byssus.

Les spécimens de Saint-Honoré-les-Bains sont identiques à ceux de Nuars que j'ai figurés en 1910, et aussi à ceux que je possède de Sully, ou qu'a fait reproduire M. Thevenin. Mais il n'est pas certain qu'il en soit de même de ceux de Conlie et Hyéré, dans la Sarthe, qui sont des gisements ramenés depuis dans le Bathonien supérieur au lieu du Bajocien où les plaçait à tort d'Orbigny. En tout cas, la figuration publiée par M. Thevenin, presque en même temps que moi, fixe le type de l'espèce au niveau du Bajocien.

*SYNCYCLONEMA RHYPHÆUS* D'ORB.

Un exemplaire douteux et mal dégagé, dans le Bathonien inférieur de Saint-Benin d'Azy, coll. de Grossouvre.

*ENTOLIUM SILENUS* [D'ORB.]

1850. *Pecten Silenus* [D'ORB.]. Prod., t. I, p. 284, 10<sup>e</sup> ét., n<sup>o</sup> 421 \*.

1899. *Entolium disciforme* GREPP. Baj. Bâle, p. 124, pl. xv, fig. 3 (*non* Zieten).

1910. *Pecten Silenus* THEVENIN. Types Prod., p. 97, pl. xix, fig. 12-14.

1911. *Entolium Silenus* ROLLIER. Faciès du Dogger, p. 260.

Un seul spécimen <sup>1</sup>, recueilli à Saint-Honoré-les-Bains par

1. Un autre spécimen très endommagé m'a été, depuis que ces lignes étaient écrites, communiqué par M. de Grossouvre: il provient d'Isenay et est identique à l'autre, mais plus grand (0,65 de diamètre); d'autre part, un spécimen du Bathonien des Mousseaux (Nièvre), atteint 10 cm.

M. de Grossouvre, me paraît identique à l'une des valves que je possède de Sully, et aussi aux figures que M. Thevenin a publiées d'après le type de Coulie (Sarthe) : la valve inférieure a les stries concentriques peu marquées, c'est précisément celle qui a été recueillie dans la Nièvre ; l'autre valve a des lamelles imbriquées, plus fibreuses et plus serrées, qui ne ressemblent, en aucune façon, à l'ornementation de la valve inférieure ; le côté buccal est celui dont le contour est plus déclive et plus rectiligne. Les deux diamètres sont sensiblement égaux, et l'épaisseur des deux valves réunies ne dépasse guère le cinquième de ce diamètre, d'après ce que j'ai mesuré sur mon échantillon valvé de Sully ; l'autre spécimen — que je possède de cette localité — montre seulement l'intérieur d'une valve et l'on y distingue, près du crochet malheureusement cassé, des arêtes internes et rayonnantes sous les oreillettes qui manquent également : c'est donc uniquement d'après l'affirmation de M. Thevenin que je classe *P. Silenus* dans le genre *Entolium* qui est caractérisé surtout par le débordement du bord cardinal d'une oreillette antérieure sur celle de l'autre valve. M. Rollier a très bien interprété l'espèce dans son étude sur les faciès du Dogger.

J'ai retrouvé la même espèce dans le Bajocien de Voulaines (Côte-d'Or) ; le gisement de Conlie étant du Bathonien supérieur, il est possible que l'espèce de Sully soit une mutation ancestrale, mais je ne vois pas de différences, jusqu'à présent, entre elle et le type bathonien de l'espèce.

Nuars, coll. Dom Valette ; Blacy (Yonne), même coll.

*LIMA (LIMATULA) HELENA* D'ORB.

1817. *Lima gibbosa* Sow. Min. Conch., t. II, pl. CLII, fig. 1-2 (non p. 419).  
 1850. — D'ORB. Prod., t. I, p. 289, 10<sup>e</sup> ét., n<sup>o</sup> 386 \*.  
 1850. *Lima Helena* D'ORB. *Ibid.*, p. 283, n<sup>o</sup> 390 \*.  
 1910. — THEVENIN. Types du Prod., p. 94, pl. XIX, fig. 3-5 (non fig. 6).

Il semble que — plus les espèces sont communes et connues — plus elles donnent lieu à des confusions d'un étage à l'autre : dans le cas actuel, l'erreur commise relativement à la citation de *L. gibbosa*, à la fois dans le Bajocien et le Bathonien, provient originellement de Sowerby lui-même qui mentionne l'espèce aux deux étages, et dont le texte indique l'existence de 11 à 13 côtes, tandis que la figure en indique 15 à 17, comme en portent tous les spécimens du Bajocien (Broadwindsor, Sully, ma coll. ; Saint-Honoré-les-Bains, coll. de Grossouvre), tandis que ceux que je possède de nombreuses localités bathoniennes n'en portent jamais

plus de 12 ou 13, et que *L. helvetica* OPPEL en possède plus de 20.

Ces prémisses indiscutables étant posées, pour trancher la question d'attribution du nom *gibbosa* à l'une ou l'autre des deux formes, il faut suivre l'interprétation de Morris et Lycett qui ont conservé, les premiers, le nom *gibbosa* pour la coquille bathonienne qui n'a que 11 à 13 côtes, ainsi que le mentionne leur texte (p. 28) et que l'indique la fig. 7 de leur pl. III.

Dans ces conditions l'espèce bajocienne, constamment distincte par le nombre de ses côtes moins anguleuses et plus épaisses ainsi que par sa forme moins étroite et plus oblique, doit recevoir un autre nom, et il n'y a qu'à reprendre celui que lui a attribué d'Orbigny, dans ce Prodrôme, en excluant les provenances bathoniennes qui appartiennent, soit au véritable *L. gibbosa*, soit à *L. helvetica* OPPEL (Conlie, fig. 6 de M. Thevenin). D'après un excellent spécimen de Sully, chaque côte de la région dorsale est tripartite, celles de la région anale s'écartent et se transforment en arêtes linéaires, tandis qu'elles cessent subitement sur la région buccale ; l'ensemble est finement décussé par des lignes d'accroissement très régulières.

Saint-Honoré-les-Bains, coll. de Grossouvre ; Nuars, coll. Dom Valette.

*PLAGIOSTOMA DICOLPOPHORUM* n. sp.

PL. XVI, FIG. 22.

1836. *Lima duplicata* GOLDF. Petref. Germ., t. II, p. 86, pl. CII, fig. 11 (non Sow.).
1852. *Plagiostoma duplicatum* QUENST. Handf. Petref., p. 510.
1856. *Lima duplicata* OPPEL. Juraform., p. 414, § 53, n° 176.
1867. — MÖESCH. Aargauer Jura, p. 11.
1879. — BRANCO. Dogger Deutsch Lothr., p. 112, pl. VI, fig. 5.
1885. *Plagiostoma duplicatum* QUENST. Petref., p. 776, pl. VI, fig. 6.
1894. *Lima (Radula) duplicata* PETITCLERC. Baj. Fr. Comté, p. 87.
1897. — SCHALCH. Dogger Donau-Rhein., pp. 587-666.
1900. — GREPPIN. Baj. Bâle, p. 137, pl. XIII, fig. 10.
1905. *Lima (Mantellum) duplicata* BENECKE. Verst. Einenerg., p. 124, pl. IV, fig. 10.

De la description toute préparée pour cette coquille bajocienne — mais non encore publiée à cause du retard que la guerre impose à la continuation de mes articles sur les Pélécy-podes jurassiques — j'extrais ce qui suit, afin de justifier la séparation que je propose d'une mutation bajocienne et ancestrale de *Lima duplicata* Sow., qu'on trouve un peu plus haut dans la Nièvre, aux Mousseaux :

*P. dicolpophorum* se distingue par le moindre nombre de ses côtes (20 à 22 au plus) séparées par de plus larges intervalles et

cessant plus subitement du côté antérieur ; en outre, le côté postérieur est moins déclive et plus arrondi que chez *P. duplicatum* typique, du Callovien ; la mutation bathonienne est déjà plus allongée et elle porte plus de côtes plus étroites (25), de plus ces côtes sont remplacées, sur la région antérieure, par des costules très obsolètes. Le véritable *P. duplicatum* a au moins 28 côtes serrées, qui décroissent graduellement sur la région buccale et dont la limite est par suite beaucoup moins précise.

Les références synonymiques ci-dessus ont été expurgées dans le sens de ces observations.

Saint-Honoré-les-Bains, recueilli par M. de Grossouvre ; les cotypes qui ont servi de base à l'établissement de cette mutation proviennent du fort de Dampierre (Haute-Marne), Voulaines (Côte-d'Or), ma coll.

*PLAGIOSTOMA SCHIMPERI* [BRANCO]

1858. *Plag. semicircularis angustum* QUENST. Jura, p. 436, pl. LIX, fig. 11.  
 1884. *Lima Schimperi* BRANCO. Unt. Dog. Deuts. Lothr., p. 111, pl. VI, fig. 4-  
 1893. *L. (Plagiostoma) Schimperi* SARDESON. Glied. Doggers Tunib., p. 111.  
 1897. — SCHALCH. Br. Jura (Dog.) Donau Rh., p. 587.  
 1900. — GREPPIN. Baj. env. Bâle, p. 130, pl. XV,  
 fig. 7 et pl. XVI, fig. 2, 5.

Taille moyenne ; forme ovale-transverse, plus large que haute, médiocrement bombée, très inéquilatérale ; contour buccal tronqué, presque rectiligne ; contours palléal et anal elliptiques ; crochets aigus, peu proéminents ; oreillette postérieure plus développée que l'oreillette antérieure, toutes deux unies par un bord cardinal rectiligne.

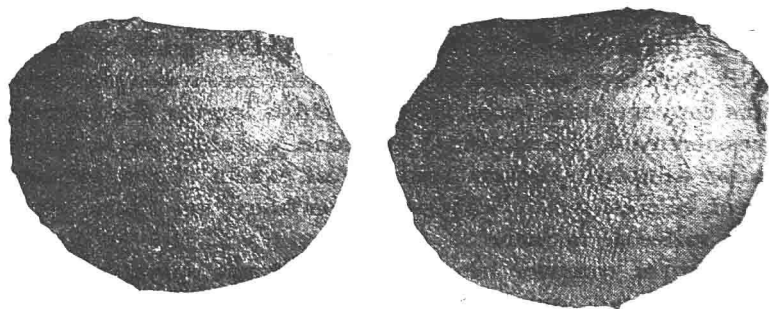


FIG. 1. — *Plagiostoma Schimperi* BRANCO.

Surface dorsale ornée de près de cent costules rayonnantes, aplaties, souvent un peu ondulées, très larges sur le milieu des



flancs et sur la région buccale, plus étroite vers le bord anal ; les lignes d'accroissement ne sont guère visibles sur ces costules, mais elles forment des cloisons plutôt que des punctuations dans les fines rainures qui séparent les costules.

*Dim.* — Diamètre antéro-postérieur : 45 mm. ; diamètre umbono-palléal : 35 mm. ; épaisseur des deux valves réunies : 18 mm.

*Rapports et différ.* — La détermination de cette espèce m'a suscité de longues hésitations, à cause de l'imperfection de la plupart des figures originales des Plagiostomes infrajurassiques d'une part, et d'autre part, de l'incertitude qui plane souvent sur l'âge exact de leurs gisements ; heureusement, l'excellente monographie de M. Greppin sur le Bajocien des environs de Bâle, où se trouvent soigneusement figurées et différenciées huit espèces de ce même genre, m'a permis d'identifier notre fossile avec l'espèce de la Souabe et de la Suisse que Quenstedt avait confondue avec *Lima semicircularis* GOLDF. ; en fait, ce dernier — qu'on trouve également dans le Bajocien du Calvados et de Nattheim — a presque les mêmes proportions et la même convexité, mais son ornementation se compose de beaucoup moins de côtes plus étroites, plus élevées, séparées par des intervalles plus larges et plus fortement cloisonnés par les accroissements ; en outre, l'oreillette postérieure de *P. Schimper*, simplement sillonnée par les accroissements, est moins déclive et plus largement horizontale que *P. semicircularis*. *P. Annonii* MÉRIAN a une forme plus étroite et une oreillette anale plus échancrée, en outre ses costules sont moins nombreuses, plus étroites et plus écartées sur la région anale ; *P. Choffati* GR. est au contraire plus large et ses costules rayonnantes sont plus filiformes, irrégulièrement distribuées, avec des interstices finement striés par les accroissements.

M. Petitclerc a (Contr. Baj., 1900, p. 110) signalé la présence de *P. ovale* Sow. en Franche-Comté : c'est une espèce plus étroite, plus convexe, dont les costules égalent la largeur des interstices grossièrement cloisonnés ; il est donc probable que la détermination de notre soigneux confrère est exacte et que, par conséquent, ce n'est pas *P. Schimper* qu'on trouve sur l'autre versant de la vallée de la Saône.

Enfin j'ai comparé très attentivement une valve du Bajocien de May (Orne), qui n'est certainement pas *P. semicircularis* ni *P. Hersilia* D'ORB. (beaucoup plus large d'après le type du Prodrome qu'a figuré M. Thevenin, pl. xix, fig. 7), et il résulte de cet examen que — tant par ses proportions que par le nombre de ses costules aplaties — c'est également *P. Schimper* BRANCO.

Saint-Honoré-les-Bains, plésiotype figuré, recueilli par M. de Grossouvre ; Nuars, coll. Dom Valette ; Isenay, spécimen décoré en partie, même coll. ; la Chalotte, même coll. Dans le Bathonien, le Mousseau, coll. de Grossouvre ?

*AVICULA (OXYTOMA) MUNSTERI* BRONN

1748. » BRUCKNER. *Merkw. Landsch. Basel*, t. I, pl. II, fig. 11 (*sec. Grepp.*).  
 1829. *Avicula Munsteri* BRONN. *Jahrb.*, p. 76.  
 1829. *Avicula inæquivalvis* PHILL. *Yorksh.*, p. 128 (*non Sow.*).  
 1837. *Avicula digitata* DESL. *Mém. Soc. linn. Norm.*, p. 40, pl. I, fig. 7.  
 1838. *Avicula Munsteri* GOLDF. *Petr. Germ.*, p. 130, pl. CXVIII, fig. 2.  
 1850. *Avicula digitata* D'ORB. *Prod.*, t. I, p. 283, n° 401\*.  
 1853. *Avicula Munsteri* STUDER. *Geol. Schweiz*, p. 246.  
 1854. — MORRIS. *Catal. Brit. foss.*, p. 163.  
 1858. *Monotis Munsteri* QUENST. *Der Jura*, p. 440, pl. LX, fig. 6-9.  
 1864. *Avicula Munsteri* v. SEEBACH. *Der hannov. Jura*, p. 104 (*ex parte*).  
 1864. — MOESCH. *Aargauer Jura*, p. 80.  
 1870. — GREPPIN. *Jura bernois*, p. 32.  
 1885. *A. (Oxytoma) Munsteri* ZITTEL. *Handb. Pal.*, t. II, p. 82.  
 1890. *Pseudomonotis Munsteri* STEINM. *Elem. Pal.*, p. 281.  
 1894. *Oxytoma (Avicula) Munsteri* PETITCL. *Faune baj. Fr.-Comté*, p. 98.  
 1897. — SCHALCH. *Brauner Jura (Dogger) Donau-Rhein.*, pp. 586-606.  
 1898. *Pseudomonotis Munsteri* BENECKE. *Dogger Deutsch Lothr.*, p. 25, pl. I, fig. 2.  
 1899. *A. (Oxytoma) Munsteri* GREPPIN. *Baj. env. Bâle*, p. 113, pl. IX, fig. 10 et pl. XII, fig. 4.  
 1904. — CLERC. *Foss. Dogger neuchâtelois*, p. 63.  
 1905. — COSSM. *Pélécyf. jur.*, 1<sup>re</sup> série, 1<sup>er</sup> art., p. 12, pl. III, fig. 23-26.  
 1914. — COSSM. *Ibid.*, 6<sup>e</sup> art., p. 6.  
 1914. — ROLLIER. *Foss. nouv. Jura*, p. 401.

Je crois superflu de revenir sur les critères différentiels que j'ai indiqués, il y a plus de dix ans entre cette espèce et les autres du même phylum ; tout récemment encore, j'ai détaillé chacune des mutations de ce phylum ; comme d'autre part, les spécimens d'Isenay et de la Chalotte (Nièvre) recueillis par M. de Grossouvre n'ajoutent aucun élément nouveau à ces précédentes observations, je me borne à compléter la liste des références synonymiques de cette espèce si répandue, de l'Angleterre à l'Allemagne, en expurgeant toutefois les citations relatives aux provenances bathoniennes et calloviennes qui visent évidemment d'autres mutations, ainsi que celle du Toarcien, bien connue d'après la figure de Dumortier, mais que M. Rollier vient de séparer sous le nom *toarciensis*. Dans le gisement des Mousseaux (Nièvre), M. de Grossouvre a recueilli la mutation infrabatho-

nienne que M. Rollier (*l. c.*, p. 402) a séparée sous le nom *O. Rœmeri*; mais notre échantillon, qui montre bien les 12 côtes caractéristiques de cette mutation, n'est pas dans un état qui mérite d'être figuré.

Vandenesse, coll. Dom Valette.

### *MODIOLA CUNEATA* SOW.

Pl. XVI, FIG. 14.

1818. *Modiola cuneata* SOW. Min. Conch., t. III, p. 19, pl. 211, fig. 2.  
 1830. *Modiola Hillana* ZIETEN. Verst. Wurt., p. 79, pl. LIX, fig. 4 (*non* Sow.).  
 1850. *Mytilus cuneatus* D'ORB. Prod., t. I, p. 282, 10<sup>e</sup> ét., n<sup>o</sup> 380\*.  
 1852. *Modiola modiolata* QUENST. Handb. Petref., p. 521, pl. LX, fig. 5 (*non* SCHL.).  
 1853. *Mytilus gibbosus* CHAP. et DDV. Foss. sec. Lux., p. 189, pl. xxv, fig. 7 (*non* Sow.).  
 1856. *Modiola cuneata* OPPEL. Juraform., p. 411, n<sup>o</sup> 173.  
 1914. *Mytilus (Modiola) cuneatus* ROLLIER. Foss. nouv. Jura, p. 343.

Dans l'excellente analyse que M. Rollier a faite — en peu de mots — des *Modiololes* bajociennes, notre confrère de Zurich a nettement précisé les principaux critères différentiels qui permettent la forme typique, décrite par Sowerby, de toutes celles du même étage qu'on a successivement confondues avec elle : forme peu arquée, quoique bipartite, assez étroite, à crochets bien dégagés, quoique faiblement contournés; les accroissements pliciformes sont plus marqués sur les flancs que sur la croupe dorsale; la convexité de la coquille est médiocre, et elle ne montre aucune tendance à la production d'une expansion aliforme, comparable à celle de *M. reniformis* Sow. par exemple, qui tire sa dénomination de cette gibbosité anale et isolée par une dépression beaucoup plus large et plus profonde. C'est bien la forme que M. de Grossouvre a recueillie à Saint-Honoré-les-Bains (Nièvre). Teigny, coll. Dom Valette.

Quant à l'individu de Nuars<sup>1</sup> que je fais également figurer (Pl. XVI, fig. 11), il se distingue par sa dépression arquée, par sa surface plus lisse sur les flancs, par ses crochets beaucoup plus prosogyre, par sa convexité plus grande; il me paraît répondre assez exactement à la diagnose de *M. Emylius* D'ORB., dans le Prodrome (p. 282, n<sup>o</sup> 281) et surtout à la figure publiée par M. Thevenin (Types Prod., pl. XIX, fig. 1-2) pour le type des Moutiers; j'en ai un individu presque semblable, un peu plus obsolète, du Bajocien de May (Orne).

1. Dans ce gisement, l'espèce est fréquente; mais elle est plus rare à Saint-Aubin, coll. Dom Valette.

*PARALLELODON (NEMODON) NUARSENSE* COSSM.

1912. *P. (Nemodon) nuarsense* COSSM. Desc. Péléc. jur., 1<sup>re</sup> série, 5<sup>e</sup> art., p. 5, pl. II, fig. 1-3.

Les spécimens d'Izenay que m'a communiqués M. de Grossouvre sont identiques à ceux de Nuars que j'ai décrits il y a quatre ans et dont j'ai — à cette occasion — indiqué les rapports ou les différences avec *P. Peroni*, de Nuars, *Cucullæa aalensis* et *Arca Delia*, du même étage, dans d'autres régions.

Le milieu de la surface dorsale ne porte guère que des lignes d'accroissement fines et serrées, on n'y distingue de rayons que quand le test est très fraîchement conservé ; mais, sur la région buccale, on aperçoit invariablement quatre ou six costules rayonnantes, inéquidistantes, quoique assez écartées, tandis que la région anale et excavée, comprise entre la carène postérieure et la troncature du contour, est presque absolument lisse.

Je mentionne également les chevrons très nombreux et très serrés qui remplissent presque toute l'aire ligamentaire, sauf un petit espace ou bourrelet obsolète et lisse le long des côtés du triangle qui relie les crochets aux extrémités de la charnière. Celle-ci comporte les séries de dents indiquées dans la diagnose originale, c'est-à-dire quatre et trois horizontales aux extrémités et six ou sept obliques au milieu, entre les précédentes.

Izenay, peu rare ; Saint-Benin d'Azy, un spécimen valvé ; coll. de Grossouvre, Nuars, coll. Dom Valette.

*BEUSHAUSENIA ELONGATA* [SOWERBY]

Dom Valette m'a obligeamment cédé deux de ses cinq exemplaires de cette espèce, provenant du gisement de Nuars, et qui m'ont paru identiques à la coquille arciforme d'Angleterre, connue sous le nom *Macrodon elongatum* ; on sait, d'ailleurs, que le nom *Macrodon*, préemployé pour un Poisson, doit être remplacé par *Beushausenia* COSSM. Dans la même collection, j'ai identifié deux autres spécimens plus petits, moins inéquilatéraux, provenant aussi de Nuars, et dont l'un surtout ressemble à *Arca rudis* Sow., mais, n'ayant pu en étudier la charnière, il me serait impossible d'en préciser la détermination générique ; je puis seulement indiquer que les valves ont une forme de *Barbatia* avec une forte carène anale — au delà de laquelle les costules rayonnantes sont plus proéminentes que celles de la surface dor-

sale ; les crochets sont en contact et l'aréa légamentaire devait être assez étroite.

### NUCULA ERATO D'ORB.

1829. *N. variabilis* PHILL. Geol. Yorksh., p. 127, pl. IX, fig. 11 (non Sow.).  
 1850. *E. Erato* D'ORB. Prod., t. I, p. 280, 10<sup>e</sup> ét., n<sup>o</sup> 345.

M. de Grossouvre a recueilli, à Saint-Honoré-les-Bains, un spécimen en partie décortiqué d'une Nucule qui paraît bien semblable à l'espèce bajocienne d'Angleterre que Phillips a désignée sous le nom *variabilis* Sow. Or j'ai défini cette espèce bathonienne dans le 4<sup>e</sup> article de la 1<sup>re</sup> série de mes « Descriptions de Pélécy-podes jurassiques » (p. 5, pl. II, fig. 13-15), elle est beaucoup plus allongée, plus obliquement tronquée et moins inéquilatérale que les spécimens bajociens de la Nièvre et de la Haute-Marne que j'ai sous les yeux. D'Orbigny ayant corrigé la confusion faite par Phillips et ayant attribué le nom *Erato* à la forme bajocienne, c'est cette dénomination qu'il faut désormais adopter pour cette dernière. Je me réserve d'ailleurs d'en donner une diagnose complète avec une figure exacte d'après un bon néotype de la Haute-Marne, l'échantillon de Saint-Honoré-les-Bains étant trop peu caractéristique pour servir de base à l'établissement d'une espèce ; mais le premier article de la seconde série des Pélécy-podes jurassiques se trouve retardé — du fait de la guerre — jusqu'à ce que les Congrès de l'A. F. A. S. aient repris leur suite normale.

Nuars, coll. Dom Valette.

### TRIGONIA LINEOLATA AGASSIZ

1834. *Lyrodon costatum* GOLDF. Petr. Germ., p. 201, n<sup>o</sup> 16, pl. cxxxvii, fig. 3 e (sota sec. BIGOT).  
 1840. *Trigonia lineolata* AG. Et. crit. Trig., p. 37, n<sup>o</sup> IV, pl. IV, fig. 1-3.  
 1850. *Trigonia costata* D'ORB. (ex parte). Prod., t. I, p. 278, 10<sup>e</sup> ét., n<sup>o</sup> 311\*.  
 1877. — var. *lata* LYCETT. British fossil Trigon., p. 149, pl. XXIX, fig. 9-10 (exclusivement).  
 1893. *Trigonia lineolata* BIGOT. 1<sup>er</sup> Mém. Trig., p. 18, n<sup>o</sup> 3, pl. I, fig. 4-5.  
 1900. — PETITCLERC. Contr. Baj., p. 138.  
 1899. *Trigonia costata* GREPPIN (ex parte). Desc. foss. Baj. env. Bâle, p. 89, pl. XIII, fig. 1-2.  
 1911. *Trigonia lineolata* ROLLIER. Foss. nouv. Jura; p. 73.

M. Bigot a, le premier, précisé les caractères nets et constants qui séparent *T. lineolata* de *T. costata* ; Lycett s'était, en effet, borné à réunir les deux formes, sous le prétexte que l'individu figuré par Agassiz sous le nom *lineolata* n'était qu'un spécimen

népionique de l'autre espèce ; puis, dans le texte de la p. 149, il a de nouveau séparé une var. *lata* qui répond précisément à la véritable *T. lineolata* — non seulement parce que les valves sont plus larges — mais encore parce que la valve gauche seule porte invariablement un large sillon contre la carène crénelée, tandis que, chez *T. costata*, les côtes aboutissent jusque contre la carène, de même que sur la valve droite.

C'est bien *T. lineolata* qu'on trouve dans la Nièvre, comme en Franche-Comté ; en Suisse, aux environs de Bâle, M. Greppin a recueilli les deux espèces, d'après le texte où il mentionne la variété *lata*, tandis que les figures représentent seulement les charnières.

Saint-Honoré-les-Bains, Saint-Benin d'Azy, coll. de Grossouvre ; Nuars, don de Dom Valette, ma coll.

#### TRIGONIA SIGNATA AGASSIZ

Caractérisée par les crénelures subépineuses — ou plutôt granuleuses — que portent ses côtes transversales, particulièrement aux abords du crochet, cette espèce a vécu dans le Bajocien de la Nièvre ; un petit spécimen parfaitement intact, provenant de Nuars, montre aussi l'écusson sur lequel les côtes crénelées ne continuent que dans le voisinage des crochets, le reste de l'écusson étant à peu près lisse, ou ne portant que des stries fibreuses d'accroissement.

Nuars, coll. Dom Valette, coll. Peron au Muséum. Le Mousseau, dans le Bathonien, une valve plus douteuse à cause de son état défectueux de conservation, coll. de Grossouvre.

#### OPIS (TRIGONOPIS) ROGEI COSSM.

PL. XVI, FIG. 16-17.

1914. *O. (Trigonopis) Rogei* COSSM. Desc. Pél. jur., 1<sup>re</sup> série, 6<sup>e</sup> art., p. 23, pl. VII, fig. 10-14.

L'échantillon valvé d'Isenay, que m'a communiqué M. de Grossouvre, est absolument identique au type de Marbache, et c'est bien effectivement un *Trigonopis*, à lunule non excavée ni carénée, mais simplement circonscrite par une strie. Ce critérium est d'autant plus important à retenir, qu'il existe, dans la Nièvre, outre *Trigonopis præsimilis* COSSM., de Nuars, *Cœlopis lunulata* Sow., comme on le verra ci-après.

Ainsi que je l'ai précédemment indiqué, *O. Rogei* se distingue

d'*O. præsimalis* par sa forme bien plus oblique et plus étroite, par ses crochets plus contournés, par sa lunule moins excavée, par son ornementation composée de plis d'accroissement plus serrés et plus fins. La commissure des valves est aussi un peu moins grossièrement crénelée. D'autre part, la var. *transversaria* que j'ai signalée en 1914 (pl. VII, fig. 18-19) et qui n'existe qu'à Marbache, en Lorraine, est certainement une race distincte, ainsi qu'on peut le conclure de la constance de la forme chez *O. Rogei* qui se trouve identique à grande distance du gisement originel. Au contraire, les spécimens des environs de Bâle — que M. Grep-pin a désignés sous le nom *similis* — paraissent plutôt, par leur ornementation, se rapporter à *O. præsimalis* COSSM.

*OPIS (CÆLOPIS) LUNULATA* [Sow.]

PL. XVI, FIG. 19-20.

1819. *Cardita lunulata* SOW. Min. Conch., t. III, p. 53, pl. CCXXXII, fig. 1-2.  
 1850. *Opis lunulata* D'ORB. Prod., t. I, p. 276, 10<sup>e</sup> ét., n<sup>o</sup> 265\*.  
 1852. — QUENST. Handb. Petref., p. 544, pl. XLVI, fig. 10.  
 1856. — OPPEL. Juraform., p. 402, n<sup>o</sup> 131.  
 1887. *Cæloopsis lunulata* MUN.-CH. in FISCH. Man. Conch., p. 1019.  
 1889. *Opis lunulata* BROWN. Atlas foss. conch., gr. Brit. a. Ireland, pl. LXXX, fig. 15-16.  
 1895. *Cæloopsis lunulata* BIGOT. 2<sup>e</sup> Mém. s. *Opis*, p. 114, pl. XII, fig. 1.  
 1900. — PETITCLERC. Contrib. Baj., p. 152, n<sup>o</sup> 99.

M. de Grossouvre a recueilli à la Chalotte deux valves que l'on pourrait confondre, à cause de leur galbe et de leur ornementation, avec *Trigonopsis Rogei*; mais, quand on examine leur côté buccal, on constate immédiatement l'existence, sans les crochets, d'une profonde excavation, extérieurement bordée par une carène crénelée qui recouvre en partie cette fosse lunulaire, exactement comme chez les individus de Sully (Calvados) que M. Bigot a rapportés à l'espèce de Sowerby. On doit donc en conclure que ces deux formes — qui appartiennent à deux s.-genres différents — ont simultanément vécu dans les gisements de la Nièvre, indépendamment de *Trigonopsis præsimalis* COSSM., qui n'a été recueillie jusqu'à présent qu'à Nuars (v. Pélécyp. jur., 1<sup>re</sup> série, V<sup>e</sup> art., p. 8, pl. I, fig. 16-19). On sait d'ailleurs (*ibid.*, III<sup>e</sup> art., p. 10, pl. III, fig. 15-16) que la coquille bathonienne — qui avait été confondue avec *O. lunulata* — doit en être distinguée sous le nom *pulchella* D'ORB., parce qu'elle est moins haute et moins convexe, et parce que sa lunule est moins profonde, moins arrondie; M. Bigot y a réuni *O. luciensis* D'ORB. dont l'ornementation paraît avoir été effacée par le fait de l'usure du test.

*ASTARTE SUBTRIGONA* MUNSTER

PL. XVI; FIG. 18, 24-25.

1839. *A. subtrigona* M. in GOLDF. *Petref. Germ.*, t. II, p. 192, pl. CXXXIV, fig. 17.  
 1843. — QUENST. Flötz. Wurt., p. 294.  
 1850. — D'ORB. *Prod.*, t. I, p. 277, 10<sup>e</sup> ét., n<sup>o</sup> 292.  
 1856. — OPPEL. *Juraform.*, p. 405, § 53, n<sup>o</sup> 140.  
 1858. — QUENST. *Der Jura*, p. 244.  
 1867. — MOESCH. *Aargauer Jura*, p. 81.  
 1899. — GREPPIN. *Baj. env. Bâle*, p. 85.  
 1900. — PETITCLERC. *Contrib. Baj.*, p. 149, n<sup>o</sup> 94.  
 1910. — COSSM. *Oolite baj. Nuars*, p. 9, pl. I, fig. 18-19.

Les spécimens d'Izenay sont identiques à ceux de Nuars ; mais comme ils sont moins bien conservés et que les figures publiées en 1910 par moi ne représentaient que l'unique individu alors connu dans cette localité, je crois utile de faire figurer ici les vues internes de deux valves opposées de ce gisement de Nuars : elles me permettent de rectifier une erreur, la commissure des valves est très finement crénelée et non lisse comme je l'avais imprimé à tort ; en outre, sur la valve droite 3 *b* est inclinée à 45° et deux fois plus épaisse que 3 *a* verticale ; sur la valve gauche, 2 est trigone et puissante, 4 *b* assez mince et très oblique ; la région ligamentaire est longue et largement aplatie, séparée par une fine arête du corselet qui est étroit, lancéolé, obtusément anguleux, tandis que la lunule courte, lisse et cordiforme, est séparée par un angle aigu de la région costulée qui n'existe qu'aux abords du crochet.

Comme on le voit par les références synonymiques ci-dessus, cette espèce a une grande extension géographique dans le Bajocien, de l'Allemagne (Souabe) jusqu'à l'Angleterre ; en Lorraine, Benecke en a séparé une race très voisine : *A. Nicklesi*.

*ASTARTE (NEOCRASSINA) VALETTEI* COSSM.

1912. *A. (Neocrassina) Valettei* COSSM. *Pélécyp. jurass.*, 1<sup>re</sup> série, 5<sup>e</sup> art., p. 9, pl. II, fig. 4-5 ; et pl. III, fig. 24.

Un spécimen bivalvé d'Izenay ressemble complètement au type si fréquent et si bien conservé dans le gisement de Nuars. Ainsi que je l'ai fait ressortir à la suite de la diagnose de cette espèce, elle se distingue d'*A. obliqua* Sow., génotype de *Neocrassina* FISCH. (= *Crassinella* BAYLE, non GUPPY, 1874), par sa forme beaucoup moins arrondie, plus oblongue et relativement moins convexe que celle de sa congénère, par sa lunule plus grande et



plus profonde, par ses crochets un peu moins antérieurs, plus triangulairement proéminents.

Pour éviter de la confondre avec *A. subtrigona* — qu'on trouve dans les mêmes gisements et qui n'est d'ailleurs pas une *Neocrassina* à cause de sa charnière bien différente — il suffit de remarquer que son contour palléal est plus arqué, à peine crénelé du côté anal qui est plus régulièrement arrondi, et qu'en outre sa surface dorsale est plus bombée, complètement dépourvue de rides d'accroissement aux abords des crochets.

C'est d'ailleurs une espèce de beaucoup plus grande taille, atteignant, à Nuars, près de huit centimètres; une valve du Morillon mesure 6 cm. sur 4, 5.

#### ASTARTE DEPRESSA MUNSTER

1910. *A. depressa* COSSM. Ool. baj. Nuars.

Abondante à Nuars, cette petite espèce a déjà été figurée par moi, de sorte que le lecteur n'aura qu'à se reporter à la publication dans laquelle je l'ai précédemment identifiée; les plésiotypes, généreusement cédés par Dom Valette, sont dans ma collection.

#### PHACOIDES (*s. lato*) *sp.*

L'échantillon dont il s'agit est à l'état de moule interne, je ne puis donc lui attribuer de dénomination spécifique; mais la digitation de l'impression du muscle antérieur, largement prolongée en palme jusqu'au delà du tiers de la valve, prouve nettement que cette coquille appartient à la Famille *Lucinidæ*. Sa forme presque symétrique l'écarte des espèces bathoniennes du groupe de *P. Bellona*. Dans le Bajocien, d'Orbigny ne signale (Prod., t. I, p. 279) que quatre espèces dont deux pourraient être comparées à l'individu du Cher (*L. Zieteni* D'ORB., *L. æquilatera* KOCH); mais je n'ai pas de renseignements précis à leur égard.

D'autre part, Greppin a décrit — sous le nom *Lucina despecta* PHILL. — un échantillon des environs de Bâle (p. 79, pl. VIII, fig. 3) qui est beaucoup plus ovale et plus oblique que le spécimen de la Nièvre, dont la forme subtrigone vers le crochet a plutôt de l'analogie avec celle de quelques *Eomiltha* de l'Eocène.

Champ des Pierres (Cher), coll. de Grossouvre.

#### ISOCYPRINA (?) *cf.* DOLABRA [PHILL.]

1829. *Cytherea dolabra* PHILL. Yorksh., t. I, p. 122, pl. IX, fig. 12.

1830. *Cyprina dolabra* D'ORB. Prod., t. I, p. 278, 10<sup>e</sup> ét., n<sup>o</sup> 306.

1914. *Isocyprina*? cf. *dolabra* COSSM. Desc. Pélécyp. jur., 1<sup>re</sup> série, 6<sup>e</sup> art., p. 37, pl. VIII, fig. 10-11.

L'échantillon des minières d'Isenay (collection de Grossouvre) est absolument identique à celui de Marbache que j'ai récemment décrit et figuré d'après un excellent spécimen bivalvé qui m'a paru se rapporter assez exactement à la figure bien défectueuse de Phillips. L'examen de la charnière reste encore à faire avant qu'on puisse affirmer que cette coquille appartient réellement au genre *Isocyprina* RÖEDER.

J'ai comparé cette espèce avec *Isocardia bajocensis* D'ORB., mais il reste à la rapprocher de *Cyprina bajocina* D'ORB., espèce des Moutiers que M. Rollier a récemment proposé de placer dans le genre *Venilicardia*, et dont on ne connaît pas davantage la charnière : or notre espèce d'Isenay est plus transverse et plus atténuée du côté antérieur, de sorte qu'elle semble plus inéquilatérale, tandis que *C. bajocina* a un galbe plus arrondi dans son ensemble.

D'autre part, *Anisocardia Clerei* COSSM. et PETITCLERC, du Bajocien de Comberjon, est une coquille plus trigone et moins gonflée qu'*I. dolabra* ; on en connaît la charnière qui est bien celle d'*Isocyprina*, non pas celle d'*Anisocardia*.

Enfin, *Cypricardia inflata* GREPPIN, du Bajocien de Bâle, est beaucoup moins arrondie et moins gonflée, mais plus excavée de part et d'autre des crochets ; M. Rollier la classe aussi dans le genre *Venilicardia*.

#### ANISOCARDIA VALETTEI COSSM.

A côté de cette espèce déjà décrite et figurée, qui existe à Nuars (coll. Dom Valette), je suis en mesure de signaler, dans le même gisement, *Isocardia bajocensis* D'ORB., d'après un seul spécimen bivalvé et privé de test, qui a une épaisseur au moins égale à son diamètre umbono-palléal. Les crochets fortement enroulés sont en contact, et il y a tout lieu de penser que cette coquille est bien une *Isocardia* jurassique, ou tout au moins une forme d'un groupe ancestral dont M. H. Douvillé a fait mention dans ses études sur la charnière des Pélécypodes mésozoïques. Coll. Dom Valette.

#### UNICARDIUM sp.

Un assez bon échantillon du gisement de Nuars, coll. Dom Valette, pourrait bien appartenir à une espèce distincte de

celles que l'on connaît déjà dans ce genre à l'étage bajocien ; mais je ne suis pas en mesure d'en donner une diagnose complète.

*GONIOMYA SUBCARINATA* [GOLDF.]

PL. XVI, FIG. 21.

1839. *Lysianassa subcarinata* GOLDF. *Petref. Germ.*, t. II, p. 263, pl. CLIV, fig. 9.

1850. *Pholadomya subcarinata* D'ORB. *Prod.*, t. I, p. 274, 10<sup>e</sup> ét., n<sup>o</sup> 239.

Taille moyenne ; forme oblongue, très convexe, bâillante en arrière, très inéquilatérale ; côté antérieur court, arrondi, atténué ; côté postérieur dilaté, subtronqué sur le bâillement des valves ; bord palléal peu arqué, raccordé par des arcs de cercle avec les contours latéraux ; crochets gonflés, opposés, situés au tiers de la longueur du côté antérieur. Ornementation composée de costules assez épaisses, séparées par des intervalles de même largeur, disposées en chevrons sous un angle très aigu, sauf aux abords des crochets où elles sont reliées par des éléments horizontaux.



FIG. 2.

*Goniomya subcarinata* [GOLDF.].

*Dim.* — Longueur antéro-postérieure : 40 mm. ; diamètre umbono-palléal : 27 mm. ; épaisseur des deux valves réunies : 25 mm.

*Rapp. et différ.* — Cette espèce est caractérisée par sa forme inéquilatérale et très bâillante ; ces critères sont bien reproduits sur la figure de l'atlas de Goldfuss, quoique l'échantillon soit très défectueux. En tout cas, notre fossile de la Nièvre ne peut se rapporter à l'espèce bathonienne que Morris et Lycett ont figurée sous le nom *V-scripta* Sow. et qui est presque équilatérale, avec les chevrons qui paraissent ininterrompus jusque sur les crochets. Cependant c'est cette dernière espèce que M. Petitclerc mentionne dans le Bajocien de la Franche-Comté.

Saint-Honoré-les-Bains, unique, coll. de Grossouvre ; Champ des Pierres, même coll.

*THRACIA (CORIMYA) GREPPINI* nom. *mul.*

1867. *Thracia lata* MOESCH. Aargauer Jura, p. 81 (*non* GOLDF.).

1874. — MOESCH. Sudl. Aarg. Jura, p. 28.

1899. — Ed. GREPPIN. Baj. env. de Bâle, p. 53, pl. VII, fig. 1.

Taille moyenne ; forme trigone, inéquivalve, presque équilatérale ; valve gauche, moins convexe que la valve droite ; les deux extrémités sont à peu près également arrondies ; bord palléal régulièrement arqué, se raccordant avec les contours latéraux par des courbes circulaires ; crochets médians, peu élevés, faiblement opisthogyres, contigus, celui de la valve droite plus élevé que celui de la valve gauche ; bord supérieur déclive de part et d'autre des crochets, quoique un peu plus excavé du côté anal. Surface dorsale bombée au milieu et en avant, marquée — du côté anal — d'une faible dépression rayonnante à laquelle ne correspond presque aucune troncature du contour.

*Dim.* — Diamètre antéro-postérieur : 40 mm. ; hauteur umbono-palléale : 30 mm. ; épaisseur de la valve droite : 12 mm.

*Rapp. et différ.* — Le véritable *T. lata* GOLDF. (*Sanguinolaria*) est une espèce charmouthienne, subquadrangulaire et nettement tronquée en arrière : c'est donc à tort qu'on y a rapporté jusqu'ici la forme bajocienne du Jura suisse, qui s'écarte de *T. alta* AG. (*Corimya*) par sa forme moins élevée, plus transverse, par l'absence de plis concentriques, la surface n'étant finement ornée que par des stries serrées qui ne sont même pas visibles sur notre échantillon du Cher. *T. viceliensis* D'ORB., du Bathonien, est une coquille encore plus haute et moins convexe que *T. alta*.

Charly, Champ des Pierres, coll. de Grossouvre.



FIG. 3. — *Thracia Greppini* COSSM.

### *HOMOMYA* *OBTUSA* AGASSIZ

1842. *Homomya obtusa* AG. Et. crit. Myes, p. 161, pl. xvi, fig. 1-3.  
 1846. — MARCOU. Jura salinois, p. 78.  
 1850. *Pholadomya Aspasia* D'ORB. Prod., t. I, p. 274, 10 ét., n° 231\*.  
 1862. *Homomya obtusa* ALB. MULLER. Geogn. Skizze Basel, p. 57.  
 1884. — BRANCO. Unt. Dogger. D. Lothr., p. 41.  
 1899. — ED. GREPPIN. Baj. env. Bâle, p. 64.  
 1905. — BENECKE. Eisenerz D. Lothr., p. 277, pl. xxiv, fig. 4-5.

D'Orbigny a changé le nom de cette espèce parce qu'en la faisant à tort passer dans le genre *Pholadomya*, elle y tombait en homonymie avec une espèce antérieure de Sowerby ; mais, comme elle doit être maintenue dans le genre *Homomya*, bien

distinct de l'autre, il y a lieu de conserver le nom proposé par Agassiz.

*H. obtusa* a été bien figuré par l'auteur et par Benecke, ce dernier d'après un excellent spécimen en partie muni de son test et provenant de la Lorraine (gisement exact non spécifié). Comme notre individu de Saint-Honoré-les-Bains est assez fruste, je me borne à en donner les dimensions (60 mm. sur 40 mm.) et à rappeler que toute sa surface est couverte de fines stries et que les crochets opposés sont situés au quart de la longueur, du côté antérieur. *H. calceiformis* [PHILL.] — que M. Petitclerc signale à Comberjon — a l'extrémité anale beaucoup plus atténuée, et les crochets beaucoup moins en avant.

### PLEUROMYA TENUISTRIA [MUNST.]

1839. *Lutraria tenuistria* M. in GOLDF. *Petr. Germ.*, p. 257, pl. CLIII, fig. 2.  
 1842. *Pleuromya tenuistria* AG. *Et. crit. Myes*, p. 243, n° XI, pl. XXIV, fig. 1-24.  
 1848. — MARCOU. *Jura salinois*, p. 79.  
 1850. *Panopœa tenuistria* D'ORB. *Prod.*, t. I, p. 273, 10<sup>e</sup> ét., n° 212.  
 1852. — CHAP. et DEW. *Foss. sec. Lux.* p. 136, n° 6. pl. XXI, fig. 3.  
 1853. *Pleuromya tenuistria* STUDER. *Geol. Schweiz*, p. 242.  
 1854. *Myacites tenuistria* MORRIS. *Cat. Brit. foss.*, p. 214.  
 ? 1858. *Myacites Jurassi* QUENST. *Der. Jura*, p. 449, pl. LXI, fig. 13.  
 1862. *Pleuromya tenuistria* ALB. MULLER. *Geogn. Skizze Basel*, p. 50.  
 1868. — WAAGEN. *Zone Amm. Sowerbyi*, p. 106, n° 66.  
 1870. — J. B. GREPPIN. *Jura bernois*, p. 36.  
 1874. — MOESCH. *Aargauer Jura*, p. 126, fig. 28.  
 1884. — BLEICHER. *Mineral Lorr.*, p. 73, 88.  
 1887. — ZITTEL. *Handb. Pal. part. I*, p. 125, fig. 181.  
 1897. — SCHALCH. *Br. Jura (Dogger) Donau-Rhein*, p. 588.  
 1899. — ED. GREPPIN. *Baj. env. de Bâle*, p. 61, pl. VII, fig. 4.  
 1900. — GIRARDOT. *Moll. syst. ool.*, p. 377.  
 1900. — PETITCLERC *Contrib. Baj.*, p. 185.  
 1905. *Pleuromya unioides* BENECKE. *Eisenerz D. Lothr.*, p. 278, pl. XXIV, f. 3 (*non* Roem.).

Abondante à Isenay et à Saint-Honoré-les-Bains, cette espèce est remplacée, dans beaucoup de gisements du Bajocien de France, par *P. Jurassi* qui est bien plus étroite, plus allongée en arrière, et dont les bords sont presque parallèles, tandis que *P. tenuistria* est facilement reconnaissable par la dépression des flancs au-dessous des crochets, ce qui lui donne un galbe plus trigone.

J'ai éliminé des références synonymiques les citations relatives à la présence de *P. tenuistria* dans le Bathonien inférieur,

notamment Terquem et Jourdy pour la Moselle : il est en effet probable qu'il s'agit plutôt de la forme que d'Orbigny a séparée sous le nom *Danae* (p. 304), qui est plus élargie en arrière et qui a une dépression rayonnante vis-à-vis des crochets. On rencontre *Pl. tenuistria* dans la Nièvre, à Saint-Benin d'Azy.

*PLEUROMYA* cf. *JURASSI* [BRONGN.]

1821. *Lutraria Jurassi* AL. BRONGN. Ann. Mines, t. VI, p. 554, pl. VII, fig. 4.  
 1839. — GOLD. *Petref. Germ.*, p. 254, pl. CLII, fig. 7.  
 1842. *Myopsis Jurassi* AG. Et. crit. Myes, p. 255, n° 1, pl. xxx, fig. 3-10.  
 1842. *Lutraria jurassi* MATH. Cat. méth., p. 26.  
 1850. *Panopæa Jurassi* D'ORB. Prod., t. I, p. 273, 10<sup>e</sup> ét., n° 209.  
 1852. *Myaciles jurassi* QUENST. Handb. Pref., p. 561, pl. XLVI, fig. 29-31.  
 1854. — MORRIS. Cat. Brit. foss., p. 213.  
 1856. *Panopæa Jurassi* OPPEL. Juraform., p. 392, n° 96.  
 1858. *Pleuromya Agassizi* CHAPUIS. Foss. sec. Lux., p. 66, pl. XIII, f. 3.  
 1858. *Myaciles Jurassi* var. QUENST. Der Jura, p. 451, pl. LXII, f. 1.  
 1861. *Panopæa Jurassi* DE FERRY. Ool. inf. Mâcon.  
 1867. — MÖESCH. Aargauer Jura, p. 76.  
 1870. *Pleuromya Jurassi* GREPPIN. Jura bern., p. 31.  
 1877. — PARISOT. Desc. géol. terr. Belfort, p. 81.  
 1884. — BLEICHER. Mineral fer Lorr., p. 93.  
 1885. — ZITTEL. Handb. Pal., t. II, p. 126.  
 1894. — PETITCLERC. Baj. inf. Fr.-Cté, p. 110.  
 1897. — SCHALCH. Br. Jura (Dogger) Donau Rheinz., p. 588.  
 1899. — ED. GREPPIN. Baj. env. Bâle, p. 59.  
 1900. — PETITCLERC. Contrib. Baj., p. 183.  
 1905. *Pleuromya elongata* BENECKE. Eisenerz D. Lothr., p. 279, pl. XXIV, fig. 2 (non M.).

Rare à Saint-Honoré-les-Bains, à Isenay, à Nuars (ma coll.), cette espèce se distingue, comme je viens de l'indiquer, par sa forme moins trigone, le bord palléal est presque parallèle au bord postéro-supérieur qui s'étend longuement en arrière des crochets ; ceux-ci sont d'ailleurs situés moins en avant sur les valves.

Ici encore, j'ai éliminé de la synonymie l'ouvrage de Terquem : il n'est nullement prouvé que cette espèce ait vécu dans le Bathonien ; en tout cas, la figure publiée par cet auteur représente une forme déprimée, encore moins inéquilatérale qui ne ressemble guère aux spécimens typiques du Calvados.

Un spécimen de la Chalotte mesure 50 mm. de longueur sur 25 mm. de hauteur.

*GRESSLYA ABDUCTA* [PHILL.]

1829. *Unio abductus* PHILL. Geol. Yorks., t. I, pl. XI, fig. 42.  
 1830. — ZIETEN. Verst. Wurt., p. 81, pl. LXI, fig. 3.

1836. *Lutraria gregaria* MERIAN in ROEM. Norddeutsch. ooligt., p. 124, pl. VIII, fig. 11.
1842. *Gresslya latior, conformis, concentrica* AG. Et. crit. Myes, pp. 210-214, pl. 13-14.
1850. *Lyonsia abducta* D'ORB. Prod., t. I, p. 274, 10<sup>e</sup> ét., n<sup>o</sup> 244.
1852. *Unio abductus* QUENST. Handb. Petref., p. 562, pl. XLVII, f. 36.
1852. *Ceromya conformis* CHAP. et DEW. Desc. foss. sec. Lux., p. 146, pl. XXI, fig. 4.
1852. *Ceromya latior* CHAP. et DEW. *Ibid.*, p. 148, pl. XXII, f. 2.
1854. *Gresslya latior* MORRIS. Cat. Brit. foss., p. 203.
1856. *Lyonsia abducta* OPPEL. Die Juraform., p. 395, n<sup>o</sup> 105.
1857. *Gresslya abducta* LYCETT. Cotteswold Hills, pl. v, fig. 2.
1858. *Myacites abductus* QUENST. Der Jura, p. 325, pl. XLIV, fig. 17.
1861. *Ceromya abducta* DE FERRY. Ool. inf. Mâcon, p. 10.
1862. *Gresslya abducta* ALB. MÜLLER. Geogn. Skizze Basel, p. 56.
1864. — V. [SEEBAC. Hannov. Jura, p. 129, n<sup>o</sup> 211, pl. VI, fig. 2.
1864. — BRAUNS. Pal. Hilsmulde, p. 114.
1867. *Lyonsia abducta* OGÉRIEN. Hist. nat. Jura, t. I, p. 33.
1867. *Gresslya abducta* MOESCH. Aargauer Jura, p. 73.
1870. *Lyonsia abducta* J.-B. GREPPIN. Jurabernois, p. 32.
1874. *Gresslya abducta* MOESCH. Sudl. Aargauer Jura, pp. 22-23.
1877. *Lyonsia abducta* PARISOT. Desc. geol. terr. Belfort, p. 82.
1879. — BRANCO. Unt. Dogger D. Loth., p. 154.
1882. *Gresslya abducta* STEINM. Geol. Führer Umg. Metz, p. 19.
1884. *Lyonsia abducta* BLEICHER. Mineral fer Lorr., p. 73.
1885. *Gresslya abducta* ZITTEL. Handb. Pal., t. II, p. 116.
1896. — KOKEN. Leitfoss., p. 739.
1897. — SCHALCH. Br. Jura (Dogger) Donau-Rhein., p. 587.
1899. — ED. GREPPIN. Baj. env. Bâle, p. 56, pl. VI, fig. 3.
1900. — GIRARDOT. Moll. Syst. ool., p. 374.
1900. — PETITCLERC. Contrib. Baj., p. 175.

Espèce trop commune et — par conséquent — trop variable pour que l'on puisse y admettre les nombreuses variétés qu'Agassiz avait cru y voir et qui se trouvent toutes concurremment dans les mêmes gisements. Si, d'ailleurs, j'ai éliminé de la longue liste de références synonymiques ci-dessus énumérées, les citations de Terquem pour le Bathonien et de Dumortier pour le Toarcien, c'est uniquement parce que j'ai voulu me borner exclusivement à l'étage bajocien où la présence de cette espèce polymorphe est parfaitement sûre ; il est possible qu'elle ait vécu au-dessus et même au-dessous de cet étage ; mais, avec les moules internes dont on dispose généralement pour les représentants fossiles de ces genres à test mince et nacré, il est bien difficile d'arriver à délimiter — simplement par la forme extérieure de la coquille — les mutations qu'elle a dû subir en passant du Lias à la grande Oolithe.

D'Orbigny a réservé la dénomination *major* AG. pour la muta-

tion toarcienne, mais il n'a indiqué, au niveau du Bathonien, que *Lyonsia peregrina* PHILL. et *P. latirostris* AG. qui paraissent, en effet, absolument distinctes de toutes les variétés du fossile bajocien.

J'ai repris pour cette coquille le nom générique proposé par Agassiz, éliminant l'attribution inexacte de d'Orbigny au genre actuel *Lyonsia* qui est bien différent.

M. de Grossouvre a recueilli cette espèce à Isenay, à la Charlotte et à Saint-Honoré-les-Bains, à l'état de moule, et ces exemplaires sont bien conformes à la figure typique de l'ouvrage de Phillips; ils concordent moins exactement avec la figure publiée par M. Greppin, laquelle représente probablement une des variétés distinguées par Agassiz. Tous sont caractérisés par leur galbe ventru et oblique, par leurs crochets antérieurs, recourbés au-dessus d'une profonde lunule, par leur grand sinus arrondi, etc...

Nuars, Saint-Aubin, coll. Dom Valette.

#### PHOLADOMYA ANGUSTATA SOW.

1822. *P. angustata* Sow. Min. Conch., t. VI, p. 86, pl. cccxxvii.  
 1842. *P. siliqua* AG. Et. crit. Myes, p. 121, n° LXIII, pl. III, fig. 13-15.  
 1850. *P. angustata* D'ORB. Prod., t. I, p. 274, 10<sup>e</sup> ét., n° 240\*.  
 1858. *P. ovalis* QUENST. Der Jura, p. 452, pl. LXII, fig. 6.  
 1874. *P. angustata* MÖESCH. Monogr. Pholad., p. 53, pl. x, fig. 2-4.  
 1889. — BROWN. Atlas foss. Conch., pl. xcvi, fig. 8.  
 1897. — SCHALCH. Br. Jura (Dogger) Donau Rheinz., p. 608.  
 1899. — ED. GREPPIN. Baj. env. Bâle, p. 69.  
 1900. — GIRARDOT. Moll. syst. ool., p. 380.  
 1900. — PETITCLERC. Contrib. Baj., p. 188.

Un exemplaire de Saint-Honoré-les-Bains correspond exactement à la description et aux figures de cette espèce qui est loin d'avoir l'étendue stratigraphique que lui ont attribuée certains auteurs, aussi ai-je éliminé de ma synonymie ci-dessus les citations qui se rapportent à la présence de *P. angustata* dans le Bathonien et même dans le Callovien (Jura brun de Balin) : il est probable en effet qu'on aura confondu avec cette espèce bajocienne *P. ovulum* AG., du Bathonien, *P. similis* AG. de l'Oxfordien. Comme l'ont fort bien précisé MM. Greppin et Petitclerc, et conformément aux figures originales de Sowerby, d'Agassiz (pour *P. siliqua* qui est synonyme), et de Mœsch en dernier lieu, *P. angustata* est caractérisée par sa forme étroite et peu gonflée (55 mm., 33 mm., 24 mm.), mais surtout par ses 10 costules linéaires et écartées, assez régulièrement distribuées sur toute la surface, sur lesquelles les rides concentriques ne forment aucune trace de granulations.





	Pages		Pages
Jurassi ( <i>Pleuromya</i> ).....	453	<i>rectelobatus</i> ( <i>Cadomites</i> )....	392
<i>lata</i> ( <i>Thracia</i> ).....	450	<i>Rhyphæus</i> ( <i>Syncyclonema</i> )....	436
<i>laticornis</i> ( <i>Ceromya</i> ).....	454	<i>Rogei</i> ( <i>Opis</i> ).....	445
<i>lineata</i> ( <i>Chemnitzia</i> ).....	422	<i>scalariforme</i> ( <i>Procerithium</i> )..	420
<i>lineolata</i> ( <i>Trigonia</i> ).....	444	<i>Schimperi</i> ( <i>Plagiostoma</i> ).....	439
<i>linguiferus</i> ( <i>Cadomites</i> ).....	393	<i>Schlippei</i> ( <i>Parkinsonia</i> ).....	377
<i>Lissoceras</i> .....	411	<i>Schloenbachi</i> ( <i>Procerites</i> ).....	388
<i>longispina</i> ( <i>Spinigera</i> ).....	416	<i>semicircularis</i> ( <i>Plagiostoma</i> )..	439
<i>longovicense</i> ( <i>Cosmoceras</i> )...	374	<i>signata</i> ( <i>Trigonia</i> ).....	445
<i>lunulata</i> ( <i>Opis</i> ).....	446	<i>Silenus</i> ( <i>Entolium</i> ).....	436
<i>Marshi</i> ( <i>Alectryonia</i> ).....	433	<i>siliqua</i> ( <i>Pholadomya</i> ).....	455
<i>minimum</i> ( <i>Cosmoceras</i> ).....	371	<i>spinicosta</i> ( <i>Cerithium</i> ).....	420
<i>monticulus</i> ( <i>Pleurotomaria</i> )..	432	<i>Strigoceras</i> .....	412
MORPHOCERAS.....	389	<i>subarietis</i> ( <i>Parkinsonia</i> ).....	377
<i>Munsteri</i> ( <i>Avicula</i> ).....	444	<i>subblainvillei</i> ( <i>Belemnopsis</i> )..	413
<i>mutabilis</i> ( <i>Pleurotomaria</i> )....	429	<i>subcarinata</i> ( <i>Goniomya</i> ).....	450
<i>neuffensis</i> ( <i>Parkinsonia</i> ).....	378	<i>subelongata</i> ( <i>Pleurotomaria</i> )..	430
<i>Nicolescoi</i> ( <i>Bigotites</i> ).....	384	<i>subfurcatum</i> ( <i>Cosmoceras</i> ) ...	370
<i>niortense</i> ( <i>Cosmoceras</i> ).....	371	<i>subfuscus</i> ( <i>Œkotraustes</i> )....	409
<i>nivernensis</i> ( <i>Oppelia</i> ).....	407	<i>subradiata</i> ( <i>Oppelia</i> ).....	397
<i>nuarsense</i> ( <i>Parallelodon</i> ).....	443	<i>subscalariforme</i> ( <i>Cerithium</i> )..	420
<i>obtusa</i> ( <i>Homomya</i> ).....	451	<i>subtrigona</i> ( <i>Astarte</i> ).....	447
ŒKOTRAUSTES.....	408	<i>tenuiplicatum</i> ( <i>Morphoceras</i> )..	390
OPPELIA.....	394	<i>tenuistria</i> ( <i>Pleuromya</i> ).....	452
<i>oolithicum</i> ( <i>Lissoceras</i> ).....	411	<i>terminalis</i> ( <i>Belemnopsis</i> ).....	414
<i>Orbignyianus</i> ( <i>Eucyclus</i> ).....	423	<i>tetræniatum</i> ( <i>Cryptaulax</i> )... ..	419
<i>ornata</i> ( <i>Purpurina</i> ).....	423	<i>textorius</i> ( <i>Pecten</i> ).....	435
<i>ovalis</i> ( <i>Pholadomya</i> ).....	455	<i>transylvanicum</i> ( <i>Morphoceras</i> )..	390
<i>Parkinsoni</i> ( <i>Parkinsonia</i> ).....	376	<i>Truellei</i> ( <i>Strigoceras</i> ).....	412
PARKINSONIA.....	374	<i>tuberculoſus</i> ( <i>Prospodylus</i> )..	434
<i>Phædra</i> ( <i>Liogryphæa</i> ).....	33	<i>turris</i> ( <i>Pseudomelania</i> ).....	422
<i>Phillipsi</i> ( <i>Dicroloma</i> ).....	416	<i>unioides</i> ( <i>Pleuromya</i> ).....	452
<i>pingue</i> ( <i>Morphoceras</i> ).....	391	<i>Valettei</i> ( <i>Anisocardia</i> ).....	449
<i>polymorphum</i> ( <i>Morphoceras</i> )..	389	— ( <i>Astarte</i> ).....	447
<i>primævum</i> ( <i>Hecticoceras</i> )....	410	— ( <i>Terebrella</i> ).....	421
<i>psilodiscus</i> ( <i>Lissoceras</i> ).....	411	<i>variabilis</i> ( <i>Nucula</i> ).....	444
<i>postera</i> ( <i>Parkinsonia</i> ).....	387	<i>verciacensis</i> ( <i>Belemnopsis</i> )...	413
<i>procera</i> ( <i>Pseudomelania</i> ).....	421	<i>virgulifera</i> ( <i>Chlamys</i> ).....	435
PROCERITES.....	387	<i>wurtembergica</i> ( <i>Belemnopsis</i> )..	415
<i>pseudo-anceps</i> ( <i>Morphoceras</i> )..	390	<i>wurtembergica</i> ( <i>Parkinsonia</i> )..	381
<i>psilodiscus</i> ( <i>Lissoceras</i> ).....	411	<i>zigzag</i> ( <i>Procerites</i> ).....	387

## EXPLICATION DES PLANCHES

## PLANCHE XIII

- FIG. 1 à 6. — **Belemnites verciacensis** LISSAJOUS *n. sp.*, p. 413.  
 1. Vue du côté ventral. — 2. Vue de côté. — 3. Individu à pointé submucroné. — 4. Coupe vers l'ouverture. — 5. Coupe à 2 cm. du sommet. — 6. Phragmocône.  
 Echantillons de Verzé, près Mâcon. Bathonien inférieur. — Collection Lissajous.
7. — **Oppelia subradiata** SOW. *sp. var. E*, p. 397.  
 Oolithe ferrugineuse de Bayeux. Bajocien supérieur. Ma collection.
8. — **Oppelia fusca** QUENST. *sp. var.*, p. 401.  
 Sainte-Pezenne. Bathonien inférieur. Ma collection.
- 9 à 11. — **Hecticoceras primævum** *n. sp.*, p. 410.  
 9. Echantillon jeune. — 10. Echantillon adulte. — 11. Variété à petit ombilic.  
 Echantillons de Sainte-Pezenne. Bathonien inférieur. Collection de l'École des Mines, à Paris.

Toutes les figures sont de grandeur naturelle.

## PLANCHE XIV

- FIG. 1 a-1 b. — **Oppelia nivernensis** *n. sp.*, p. 407.  
 Saint-Benin d'Azy (Nièvre). Bathonien inférieur. Ma collection.
- 2 a-2 b. — **Ammonites Busqueti** *n. sp.*,  
 Saint-Benin d'Azy (Nièvre). Bathonien inférieur. Ma collection.
3. — **Ekotraustes genicularis** WAAGEN, p. 408. †  
 Oolithe ferrugineuse de Bayeux. Bajocien supérieur. Ma collection. Echantillon présentant de grandes analogies avec *Op. subradiata* var. D de F. FAVRE, mais s'en distinguant par un ombilic plus large dont la spire s'élargit sur la dernière loge.
4. — **Ekotraustes subfuscus** WAAGEN, p. 409.  
 Saint-Benin d'Azy (Nièvre). Bathonien inférieur. Variété à grosses côtes sur la région interne. Ma collection.
- 5, 6 a-6 b. — **Bigotites Nicolescoi** *n. sp.*, p. 384.  
 5. Echantillon à ornementation vigoureuse. — 6 a et b. Forme type. Oolithe ferrugineuse d'Isenay. Ma collection.
- 7 a-7 b. — **Morphoceras pingue** *n. sp.*, p. 391.  
 Sainte-Pezenne. Bathonien inférieur. Ma collection.

Toutes les figures sont de grandeur naturelle.

## PLANCHE XV

- FIG. 1, 2 a-2 b. — **Morphoceras transylvanicum** SIMIONESCU *sp.*, p. 390.  
 1. Environs de Nevers. Bathonien inférieur. Ma collection. — 2 a et 2 b. Saint-Benin d'Azy (Nièvre). Bathonien inférieur. Ma collection.
- 3-8. — **Parisphinctes (Grossouvreia) aurigerus** OPPEL *sp.*, p. 385  
 3. Echantillon jeune, à ornementation relativement fine. — 4. Echantillon identique au précédent, d'Eimen (Hanovre), également identique au type d'*Am. procerus* SEBBACH pris à Eimen. — 5. Adulte des formes précédentes, montrant le commencement de la languette buccale. — 6. Echantillon à ornementa-

tion plus vigoureuse : la languette buccale, en grande partie conservée, est très allongée et analogue à celle de *Morphoceras pseudo-anceps* — 7. Echantillon à ornementation encore plus vigoureuse. — 8. Variété à faciès tout spécial en raison de la fréquence des tubercules paraboliques qui se répètent à intervalles très rapprochés.

Tous ces échantillons sont de Saint-Benin d'Azy (Nièvre). Bathonien inférieur. Ma collection.

Toutes les figures sont de grandeur naturelle.

PLANCHE XVI

- Fig. 1-2. — *Purpurina aspera* HUDL. Isenay, p. 418.  
 3. — *Pleurotomaria (Leptomaria) monticulus* DESL. La Maison-Rouge, p. 432.  
 4-5. — *Riselloidea bajocica* COSSM. Isenay, p. 424.  
 6-7. — *Pleurotomaria (Leptomaria) Amyntas* D'ORB. Isenay, p. 431.  
 8. — *Procerithium (Rhabdocolpus) granulato-costatum* MUNST. Isenay, p. 420.  
 9-10. — *Proconulus Grossouvrei* COSSM. La Maison-Rouge, p. 427.  
 11. — *Modiola Emylius* [D'ORB.]. Nuars, p. 442.  
 12-13. — *Chlamys virgulifera* [PHILL.]. Saint-Honoré-les-Bains, p. 433.  
 14. — *Modiola cuneata* SOW. Saint-Honoré-les-Bains, p. 442.  
 15. — *Plicatula bajocensis* DESL. Saint-Honoré-les-Bains, p. 434.  
 16-17. — *Opis (Cœlopis) Rogei* COSSM. Isenay, p. 445.  
 18. — *Astarte subtrigona* MUNST. Isenay, p. 447.  
 19-20. — *Opis (Cœlopis) lunulata* [SOW.]. La Chalotte, p. 446.  
 21. — *Goniomya subcarinata* [GOLDF.]. St-Honoré-les-Bains, p. 450.  
 22. — *Plagiostoma dicolpophorum* COSSM. Saint-Honoré-les-Bains, p. 438.  
 23. — *Alectryonia Asellus* [MÉRIAN]. Saint-Honoré-les-Bains, p. 432.  
 24-25. — *Astarte subtrigona* MUNST. Isenay, p. 447.

Toutes les figures sont de grandeur naturelle.

## RAPPORT DE LA COMMISSION DE COMPTABILITÉ

**Examen des Comptes de 1917**

Les recettes ordinaires sont en augmentation d'un millier de francs sur celles de 1916, mais elles sont encore loin d'atteindre leur chiffre d'avant la guerre. Si l'on entre dans le détail, on voit que depuis l'année dernière les revenus ont légèrement diminué par suite des impôts nouveaux, tandis que les cotisations et droits d'entrée ont passé de 8320 francs à 9988. Cette augmentation est due en grande partie au paiement des cotisations arriérées : les cotisations courantes se sont élevées seulement de 6520 en 1916 à 6870 en 1917 ; il n'y aurait en plus des 84 membres environ à perpétuité ou à vie que 229 membres ayant payé leur cotisation, ce qui ne ferait guère que 313 membres actifs sur un total qui était avant la guerre de plus de 500. On voit quelles ont été les conséquences de la guerre sur la situation de la Société.

Les ventes directes des publications n'ont que légèrement varié, mais la mise en vente d'un mémoire de Paléontologie a permis de toucher l'annuité ministérielle de 675 francs.

Il résulte de ces quelques augmentations que les recettes se sont élevées de 16667 fr. 60 en 1916 à 17741 fr. 33 en 1917, bien qu'il n'ait pas été fait appel cette année au fonds V<sup>e</sup> Fontannes pour la confection des planches du Bulletin.

Les dépenses sont restées un peu au-dessous de ce chiffre, malgré l'augmentation des frais généraux qui ont passé de 7506 fr. 15 à 10017 fr. 45 ; cette augmentation provient du règlement des loyers en retard : à la suite d'une démarche de notre président en 1916, M. G. Dollfus, l'administration de l'hôtel des Sociétés savantes nous avait consenti une remise de 25 % sur les loyers pendant la durée de la guerre, avec effet rétroactif ; la Société a eu ainsi à payer en 1917 un arriéré d'un millier de francs environ qui est venu s'ajouter au loyer de l'année.

Les frais de publications n'ont été que de 7269 fr. 15 par suite des retards d'impression ; mais il n'a été publié en 1917 que la moitié du Bulletin de 1916 et celui de 1917 n'a pas été commencé. Aussi, bien que l'exercice semble présenter un léger excédent de recettes, la situation est au contraire peu favorable et le déficit réel apparaîtra lorsqu'il sera possible de mettre à jour nos publications.

C'est pour cette raison que la Société a gardé provisoirement en réserve les 2491 fr. 62 du compte capital. L'encaisse en fin d'exercice s'est ainsi trouvé porté à 3577 fr. 05.

Tableau récapitulatif des Comptes des exercices de 1916 et 1917.

RECETTES	1916	1917
<b>1° Ordinaires</b>		
Revenus nets.....	5312 05	4989 23
Cotisations arriérées.....	1370 »	2358 »
Cotisations courantes.....	6520 »	6870 »
Cotisations anticipées.....	270 »	500 »
Droits d'entrée.....	160 »	260 »
	<b>13632 05</b>	<b>14977 23</b>
<b>2° Vente de publications</b>		
Bulletins, Mémoires, C. R. somm., tables, divers....	1405 50	1532 30
Mémoires de Paléontologie.....	355 25	556 80
Souscription du Ministère de l'Instruction publique.....		675 »
	<b>1760 75</b>	<b>2764 10</b>
<b>3° Divers.</b>		
Remboursement du compte Prix au compte courant.....	76 »	
Vente de collections léguées à la Société.....	198 80	
Attribution d'une partie du Fonds V° Fontannes à la confection de planches du Bulletin de 1916.....	1000 »	
	<b>1274 80</b>	
<b>TOTAL DES RECETTES.....</b>	<b>16667 60</b>	<b>17744 33</b>
DÉPENSES	1916	1917
<b>1° Frais généraux</b>		
Retraite de l'ancien agent.....	800 »	800 »
Traitement du secrétaire-gérant.....	3000 »	3000 »
Loyer, assurances, contributions.....	2217 15	4758 95
Éclairage.....	23 30	75 35
Mobilier.....	20 85	» »
Bibliothèque.....	2 »	5 75
Frais de bureau.....	495 70	607 15
Frais de ménage.....	271 »	312 15
Ports divers.....	616 15	398 10
Divers (étrennes, etc.).....	60 »	60 »
	<b>7506 15</b>	<b>10017 45</b>
<b>2° Frais des publications</b>		
Comptes Rendus Sommaires { année 1916.....	1360 10	362 15
{ année 1917.....		1047 70
{ année 1915.....		1140 10
Bulletins..... { année 1916.....	5329 95	3867 40
{ année 1917.....		30 »
Ports des Bulletins et des C. R. Sommaires.....	342 05	381 80
Mémoires de Paléontologie.....	1728 40	440 »
	<b>8760 50</b>	<b>7269 15</b>
<b>TOTAL DES DÉPENSES.....</b>	<b>16266 65</b>	<b>17286 60</b>
Excédent des Recettes.....	400 95	454 73
<b>Total égal.....</b>	<b>16667 60</b>	<b>17744 33</b>

## Résumé des Comptes de 1917

RECETTES			DÉPENSES		
<b>1° Ordinaires</b>			<b>1° Ordinaires</b>		
Revenus.....	5102 68		Frais généraux.....	10017 45	
Frais à déduire.....	— 31 20				
Règlement de compte avec la Société générale à déduire.....	— 62 25	4989 23			
Cotisations et droits d'entrée.....	» »	9988 »			
<b>2° Vente de Publications.</b>	» »	2764 40	<b>2° Frais de Publications...</b>	7269 15	
<b>3° Divers</b>	» »	» »	<b>3° Divers</b>	31 45	
Total.....	» »	17741 33	Total.....	17318 05	
<b>4° Compte capital</b>			<b>4° Compte capital</b>		
4 1/2 Cotisations à vie...	» »	1800 »		néant	
Remboursement d'un titre.....	» »	491 62			
Total des recettes...	» »	20032 95	Total des dépenses....	17318 05	
<i>En caisse au 1<sup>er</sup> janvier 1917.</i>			<i>En caisse au 31 décembre 1917.</i>		
Établissements de crédit	» »	862 15	Établissements de crédit..	3577 05	
A la Société Géologique.	» »	» »	A la Société Géologique...	» »	
Total de l'actif.....	» »	20895 40	Total égal.....	20895 40	

## Fonds spéciaux.

<i>Attributions en 1917.</i>	
Fonds de secours Barotte (deux bénéficiaires).....	375
Prix Fontannes (versé aux œuvres de guerre par le lauréat).....	1000
Prix Gaudry (arrages attribués aux œuvres de guerre).....	500
Fonds V <sup>e</sup> Fontannes (missions) (trois bénéficiaires).....	1500
Fonds des œuvres de guerre (un bénéficiaire).....	800

## Compte des fonds spéciaux.

La Société n'a distribué en prix ou missions qu'une somme de 1 500 francs, le reste ayant été mis en réserve ou attribué aux œuvres de guerre ; celles-ci ainsi que les secours provenant du fonds Barotte ont occasionné une dépense de 1 175 francs. Il est resté disponible au 31 décembre 1917 :

Pour les prix et missions.....	5.348 40
Pour les œuvres de guerre et secours...	3.970 40
Total.....	9.318 80

Cette somme est représentée par des titres ayant coûté 6 640 fr. 15 et ayant rapporté en 1917, 344 fr. 30 et par 2 678 fr. 65 en espèces. On sait que le compte des fonds spéciaux est complètement séparé du budget de la Société et fait l'objet d'un compte courant particulier.

\* \*

En résumé les comptes de 1917 sont encore des comptes d'attente et il n'est pas encore possible de se faire une idée nette des répercussions que la guerre aura sur la situation de la Société. Dès maintenant de graves difficultés sont à prévoir : d'un côté diminution du nombre des membres, par suite des pertes cruelles que la Société a éprouvées, et on peut espérer que cette diminution ne sera que temporaire, — qu'elle sera comblée et au delà par l'activité des jeunes générations ; mais d'autre part l'augmentation des dépenses persistera certainement au moins en partie, et c'est là certainement pour la Société un sérieux sujet de préoccupations.

Grâce au zèle de M<sup>me</sup> Tortellier qui a pu suppléer notre secrétaire-gérant encore mobilisé, les comptes de la gérance ont pu être tenus régulièrement. Notre trésorier, M. Zurcher, a maintenu l'ordre et la régularité dans la gestion de nos intérêts. La Commission vous demande de lui donner *quitus* et de lui voter de vifs remerciements.

Le 2 décembre 1918.

Pour la Commission de Comptabilité,  
*Le rapporteur* : HENRI DOUVILLÉ.

Sur la proposition du Président, l'assemblée approuve ce rapport. Des remerciements sont votés au rapporteur M. DOUVILLÉ et au trésorier, M. ZURCHER, à qui la Société donne *quitus* de sa gestion en 1917.

---



# TABLE DES NOTES ET MÉMOIRES

## CONTENUS

dans le volume XVIII du Bulletin (1918)

	Pages
<i>De Lamothe.</i> — Les anciennes nappes et lignes de Rivage du Bassin de la Somme et leurs rapports avec celles de la Méditerranée occidentale	3
<i>R. Chudeau.</i> — Recherches sur la tectonique de l'Afrique occidentale...	59
<i>F. Canu.</i> — <i>Hippaliosina</i> ; un nouveau genre de Bryozoaires.....	88
<i>Jules Welsch.</i> — Observations géologiques faites sur le bord méridional du lac Mouriscot, près Biarritz.....	95
<i>R. Charpiat.</i> — Coupe géologique de la colline située au Nord-Est de Crouy-sur-Ourcq suivant la route d'Hervilliers (S.-et-M.).....	99
<i>L. et J. Morellet.</i> — Obs. sur le genre <i>ClYPEINA</i> MICHELIN.....	102
<i>Bourgeat.</i> — Obs. sur le Jurassique et le Crétacé de la région de Dôle et le Haut Jura.....	106
<i>M<sup>lle</sup> Augusta Hure.</i> — Nouvelles obs. 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.....	110
<i>H.-G. Stehlin.</i> — <i>Le Pernatherium rugosum</i> P. GERVAIS.....	123
<i>Louis Gentil.</i> — Notes d'un voyage géologique à Taza (Maroc septentrional). Contribution à l'étude du Détroit Sud-Rifain.....	129
<i>L. Joleaud.</i> — Sur la géologie du Sahel et de l'Extrême-Sud tunisiens...	178
<i>Stanislas Meunier.</i> — L'origine des météorites et les fers de Pallas et de Canyon Diablo.....	202
<i>O. Couffon.</i> — Sur la faune du Gothlandien de la Meignanne, près d'Angers (Maine-et-Loire).....	214
<i>Constant Nicolesco.</i> — Application des empreintes au collodion à la reproduction des cloisons des Ammonoïdés.....	217
<i>C. Nicolesco et M. Debeaupuis.</i> — Nouvelles applications des empreintes au collodion à la reproduction des cloisons d'Ammonoïdés.....	222
<i>P. Petitclerc.</i> — Ornementation peu connue chez certaines Ammonites jurassiques.....	233
<i>A. Carpentier.</i> — Notes d'excursions et remarques sur le Bassin houiller de la basse Loire.....	235
<i>Maurice Piroutet.</i> — Sur l'existence de dépôts du Tertiaire moyen dans les environs de Salins (Jura) et sur la tectonique de cette région.....	248
<i>Maurice Piroutet.</i> — Sur le Callovien des environs de Salins (Jura).....	257
<i>Henry Hubert.</i> — Matériaux pour l'établissement de la Carte géologique de l'Afrique occidentale française.....	262
<i>G.-F. Dollfus.</i> — Trois espèces nouvelles ou mal connues de Cérithes tertiaires.....	277
<i>F. Canu.</i> — Les Bryozoaires fossiles de la région des Corbières.....	294
<i>A. Dollot.</i> — Détournement des voies de voyageurs P.-L.-M., à Paris, entre les gares de Bercy-Nicolaï et de Charenton.....	315
<i>J. Blayac.</i> — ROBERT DOUVILLÉ : Notice nécrologique.....	322
<i>A. de Grossouvre et M. Cossmann.</i> — Bajocien-Bathonien dans la Nièvre.....	337

# TABLE ALPHABÉTIQUE

## DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

### *du Bulletin et du Compte Rendu sommaire*

des Séances de la Société géologique de France

4<sup>e</sup> série, tome XVIII, année 1918,

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.)**. Prés. d'un ouvrage sur la Célèbes centrale, 131.

**Afrique**. Au N du plateau mandingue, par R. CHUDEAU, 136. — Matériaux pour l'établissement de la Carte géol. de l'— occid. fr., par H. HUBERT, 160, 262 (1 c., 1 profil). — Recherches sur la tectonique de l'Afrique occid., par R. CHUDEAU, 59 (4 c., 1 coupe).  
Voir : *Algérie, Egypte, Maroc, Tunisie*.

**Ain**. Muschelkalk du Bugey, par W. KILIAN, 34. — Sur l'existence de contrepentes dans le profil en long du Fier, près de Seyssel (—), par W. KILIAN, 76.

**Aisne**. Rubéfaction des sables glauconieux, due à une cause thermique, par R. CHARPIAT, 69.

**Algérie**. Sur le Stampien de l'— occid., par L. JOLEAUD, 52. — Sur l'Helvétien marin de l'— occid., par L. JOLEAUD, 53. — Sur le Miocène continental de l'— orientale, par L. JOLEAUD, 54.

**Algues**. Voir : *Paléobotanique*.

**Alpes**. Orogénèse des — françaises, par W. KILIAN, 47. — L'enneigement des — françaises, par W. KILIAN [obs. de E. BENEVENT, 138], 62. — Limites de l'Oligocène dans les —, par G.-F. DOLLFUS, 98, 110.

**Alpes-Maritimes**. Deux gisements nouveaux quaternaires à *Helix Paretii* aux env. de Nice, par E. MAURY et E. CAZIOT, 105.

**AMI (Henri-M.)**. Correspondance, 109.

**Ammonites**. Ornementation peu connue chez certaines — jurassiques, par P. PETITCLERC, 133, 233 (1 fig.).

**Ammonoïdés**. Sur la reproduction des cloisons des — au moyen d'empreintes au collodion, par C. NICOLESCO et M. DEBEAUPUIS, 64. — Application des empreintes au collodion à la reproduction des cloisons des —, par C. NICOLESCO, 217 (2 fig., pl. II). — Nouvelles applications des empreintes au collodion à la reproduction des cloisons d'—, par C. NICOLESCO et M. DEBEAUPUIS, 222.

**Angers**. Sur la faune du Gothlandien de la Meignanne, près d'— (Maine-et-Loire), par O. COUFFON, 125, 214.

**Aquitaine**. Limites de l'Oligocène dans le SW, par G.-F. DOLLFUS [obs. de J. REPELIN, 28 ; J. BLAYAC, 51], 2. — Rép. à une obs. de M. BLAYAC, par G.-F. DOLLFUS, 27. — Aperçu sur la succession des faunes de Mammifères tertiaires dans le SW de la France, par J. REPELIN, 65. — Rép. aux obs. de M. BLAYAC sur les limites de l'Oligocène dans SW de la France,

par G.-F. DOLLFUS, 72. — Répartition stratigraphique des faunes de Mammifères oligocènes dans le bassin de l'—, par J. REPELIN, 73. — Synopsis illustré des Mollusques de l'Éocène et de l'Oligocène en —, par M. COSSMANN, 134.

## B

*Bajocien*. Voir : *Jurassique*.

*Baléares*. Voir : *Espagne*.

BÉNÉVENT (E.). La neige dans les Alpes françaises, 138.

BERTRAND (Léon). Allocution, 16, 57. — Obs., 153.

*bétique (chaîne)*. Au sujet de l'âge des phénomènes de charriage de la —, par P. FALLOT, 168.

*Biarritz*. Sur deux points particuliers de la géol. des env. de —, par J. WELSCH, 29. — Obs. géol. faites sur le bord méridional du lac Mouriscot, près Biarritz, par J. WELSCH, 95 (1 fig.).

*Bibliographie*. A propos de la lection de l'Afrique occid., par R. CHUDEAU, 84. — Trois espèces nouv. ou mal connues de Cérithes tertiaires, par G.-F. DOLLFUS, 277. — Les Bryozoaires foss. de la région des Corbières, par F. CANU, 295. — Liste des publications de Robert DOUVILLÉ, 333. — Bajocien-Bathonien dans la Nièvre; Céphalopodes, par A. DE GROSSOUVRE; Gastropodes et Pélécy-podes, par M. COSSMANN, 337.

BIGOT (A.) Rapport de M. P. TERMIER sur l'attribution de la médaille du Prix Prestwich à M. —, 92. — Remerciements de M. —, 95.

BIOCHE (Alphonse). Nécrologie, 101.

BLAYAC (J.). Rép. à une obs. de M. —, par G.-F. DOLLFUS, 27. — Obs. au sujet des limites de l'Oligocène dans le SW de la France [obs. de G.-F. DOLLFUS, 72], 51. — Not. nécrol. : Robert DOUVILLÉ, 97, 322 (1 port.). — Nouv. découvertes de Mammifères dans le Sannoisien et le Stampien inférieur du Lot-et-Garonne, 103.

BOREAU-LAJANADIE. Nécrologie, 1.

BOULE (M.). Rapport sur l'attribution de la médaille Albert Gaudry à M. Henry Fairfield OSBORN, 88.

BOURGEAT. Obs. sur le Jurassique et le Crétacé de la région de Dôle et du Haut Jura, 106.

BRIVES. Prés. d'ouvr., 121.

BROOKS (A. H.). Prés. d'ouvr., 166.

*Bryozoaires*. *Hippaliosina*, un nouv. g. de —, par F. CANU, 40, 88 (1 fig.). Les — fossiles de la région des Corbières, par F. CANU, 102, 294 (pl. VII-XI).

*Bugey*. Muschelkalk du —, par W. KILLIAN, 34.

Bureau de la Société. Son élection, 1. BUREAU (Edouard). Nécrologie. 165.

## C

*Callovien*. Sur le — des env. de Salins (Jura), par M. PIROUËT, 153, 257.

CANU (F.). Prés. d'ouvr., 38. — *Hippaliosina*, un nouv. g. de Bryozoaires, 40, 88 (1 fig.). — Les Bryozoaires fossiles de la région des Corbières, 102, 294 (pl. VII-XI).

*Carbonifère*. Notes d'excursions et remarques sur le Bassin houiller de la Basse-Loire, par A. CARPENTIER, 137, 235 (5 fig., pl. III-IV).

CARPENTIER (A.). Notes d'excursions et remarques sur le Bassin houiller de la Basse-Loire, 137, 235 (5 fig., pl. III-IV).

*Cartes*. Essai de carte tectonique de l'Afrique occid., par R. CHUDEAU, 64. — Les plis du Tidikelt, par R. CHUDEAU, 74. — Lignes tectoniques du Nord de l'Afrique, par R. CHUDEAU, 80. — Carte géologique du Sahara occid., 83. — Env. de Saint-Martin-du-Tertre, près Sens, 1/50 000, 111. — Ondulations tertiaires autour de Sens, 115. — Esquisse géol. des env. de Fez, par L. GENTIL, 1/200 000, 150. — Croquis tectonique du SE tunisien, par L. JOLEAUD, 1/500 000, 198. — Exc. entre Rochefort et Chalonnes-sur-Loire, par A. CARPENTIER, 236. — Esquisse géol. des pays situés entre Tichit et Toukoto, Saldé et Néré (A. O. F.), 1/4 000 000, par H. HUBERT, 264-265. — Plan des voies du P.-L.-M. entre les gares de Bercy-Nicolaï et de Charenton, 1/10 000, 346-347.

CAZIOT (E. MAURY et E.). Deux gisements nouv. quaternaires à *Helix Paretii* aux env. de Nice, 105.

*Cerithes*. Trois espèces nouvelles ou peu connues de — tertiaires, par G.-F. DOLLFUS, 122, 277 (pl. V-VI).

*Châlons-sur-Marne*. Sur un détail topographique observé à —, par G. DENIZOT, 102.

CHAPUT (E.). Recherches sur les terrasses alluviales de la Loire et de ses principaux affluents [obs. de G.-F. DOLL-

- FUS, 38], 37. — Rép. à qqs. obs. de M. DOLLFUS, 75.
- Charente-Inférieure*. Les phénomènes de décalcification dans les env. de Vallières, près Royan, par H. DOUVILLÉ, 41.
- CHARPIAT (R.). Rubéfaction des sables glauconieux, due à une cause thermique, 69. — La géologie aux armées, 110. — Coupe géol. de la colline située au NE de Crouy-sur-Ourcq, suivant la route d'Hervilliers (S.-et-M.), 99 (1 profil).
- CHAUTARD (Jean). Prés. d'ouvr., 130.
- CHUDEAU (R.). Au N du plateau mandingue, 136. — Recherches sur la tectonique de l'Afrique occ., 59 (4 c., 1 coupe).
- COLANI (M<sup>lle</sup> M.). Prés. d'ouvr., 129. *Commissions*. Composition des —, 1. COMMENT (V.). Nécrologie, 101. *Comptabilité (Commission de)*. Rapport de la — (1915-1916), 37 (1917), 158, 460. *Conseil*, son élection, 1.
- Corbières*. Les Bryozoaires fossiles de la région des —, par F. CANU, 102, 294 (pl. VII-XII).
- COSSMANN (M.). Prés. d'ouvr., 23. — Synopsis illustré des Mollusques de l'Éocène et de l'Oligocène en Aquitaine, 134. — Bajocien-Bathonien dans la Nièvre : Gastropodes et Pélécy-podes, 134, 337 (12 fig., pl. XIII-XVI).
- COUFFON (O.). Sur la faune du Gothlandien de la Meignanne, près d'Angers (Maine-et-Loire), 125, 244.
- Crétacé*. Aptien du Bassin de Paris, par W. KILIAN, 35. — Répartition des Châtétiédés et des Stromatoporidés dans les Terrains crétacés de la Basse-Provence, par M<sup>lle</sup> Y. DEHORNE, 39. — Nouv. obs. sur le gisement de Phosphate de chaux de St-Martin-du-Tertre, près de Sens (Yonne), et contribution à la tectonique des Terrains supérieurs de craie, par M<sup>lle</sup> A. HURE, 97. — Sur les Lamellibranches éocétacés et albiens du Haut-Atlas marocain, par M<sup>lle</sup> S. GILLET, 117. — Sur un faciès qui relie le Dévoluy aux Hautes-Chânes calcaires : les couches à Serpules du Sénonien supérieur, par P. LORY, 169. — Obs. sur le Jurassique et le — de la région de Dôle et du Haut Jura, par BOURGEAT, 106.
- CROUY-SUR-OURCQ. Coupe géol. de la colline située au NE de — suivant la route d'Hervilliers (S.-et-M.), par R. CHARPIAT, 99 (1 profil).

## D

- DAVIS (William Morris). Handbook of Northern France, 97.
- DEBEAUPUIS (C. NICOLESCO et M.). Sur la reproduction des cloisons des Ammonoïdés au moyen d'empreintes au collodion, 64.
- DECARY. Prés. d'ouvr., 167.
- DEHORNE (Yvonne). Répartition des Châtétiédés et des Stromatoporidés dans les Terrains crétacés de la Basse-Provence, 39. — Prés. d'ouvr., 167.
- DENIZOT (G.). Sur un détail topographique observé à Châlons-sur-Marne, 102.
- DEPÉRET (Ch.). Prés. d'ouvr., 38. *Dévoluy*. Sur un faciès qui relie le — aux Hautes-Chânes calcaires : les couches à Serpules du Sénonien sup., par P. LORY, 169.
- Dôle*. Obs. sur le Jurassique et le Crétacé de la région de — et du haut Jura, par BOURGEAT, 106.
- DOLLFUS (G.-F.). Limites de l'Oligocène dans le Sud-Ouest [obs. de J. BLAYAC, 51, J. REPELIN, 65], 2. — Rép. à une obs. de M. BLAYAC, 27. — Rem. au sujet des dernières notes de —, par J. REPELIN, 28. — Obs. à un trav. de M. CHAPUT sur les terr. alluv. de la Loire [obs. de E. CHAPUT, 75], 38. — Limites de l'Oligocène en Provence, 45, 50, 70. — Rép. aux obs. de M. BLAYAC sur les limites de l'Oligocène du SW de la France, 72. — Limites de l'Oligocène dans les Alpes, 98, 110. — Prés. d'ouvr., 114, 132. — Trois espèces nouvelles ou mal connues de Cérithes tertiaires, 122, 277 (pl. V-VI). — Obs. au sujet des terrasses de la côte d'Algérie, 125. — Obs. à propos de la ligne métropolitaine n° 4, 160.
- DOLLOR (A.). Profil en long géol. du chemin de fer métropolitain, ligne n° 4, de la porte de Clignancourt à la porte d'Orléans [obs. de G.-F. DOLLFUS, 160], 158. — Détournement des voies de voyageurs P.-L.-M. à Paris, entre les gares de Bercy-Nicolaï et de Charenton, 315 (1 c., 1 profil).
- DOLOMIEU (DÉODAT DE). Portrait de — offert par A. LACROIX, 151.
- Doubs*. Ornementation peu connue chez certaines Ammonites jurassi-

- ques, par P. PETITCLERC, 133, 233 (1 fig.).
- DOUVILLÉ (H.). Les phénomènes de décalcification dans les env. de Valières, près Royan, 41. — Les Foraminifères sont-ils toujours unicellulaires, 130. — Les env. d'Argelès (Htes-Pyrénées) [obs. de E. DE MARGERIE et L. BERTRAND, 153], 151.
- DOUVILLÉ (Robert). Nécrologie, 97. — Notice nécrologique, par J. BLAYAC 322 (1 portrait).

## E

- Egypte*. Les ports submergés de l'ancienne île de Pharos, par G. JONDET [obs. de Ph. NÉGRIS, 161], 121.
- Eocène*. Synopsis illustré des Mollusques de l'— et de l'Oligocène en Aquitaine, par M. COSSMANN, 134.
- Espagne*. Au sujet de l'âge des phénomènes de charriage de la chaîne bétique, par P. FALLOT, 168.

## F

- FALLOT (Paul). Au sujet de l'âge des phénomènes de charriage de la chaîne bétique, 168.
- FAURA I SANS. Prés. d'ouvr., 38, 102

## G

- GENTIL (L.). Prés. d'ouvr., 49, 59, 115. — Notes d'un voyage géol. à Taza (Maroc sept.), 54, 129 (1 c., 3 fig.).
- GENTIL (L.) et L. JOLEAUD. Sur la structure géol. de la Tunisie sept., 59.
- GENTIL (L.), M. LUGEON et L. JOLEAUD. Les nappes de charriage du bassin du Sebou (Maroc occid.), 115.
- GILBERT (Grove Karl). Adresse de la Soc. géol. à —, 101.
- GILLET (M<sup>re</sup> S.). Sur les Lamellibranches éocénacés et albiens du Haut-Atlas marocain, 117.
- GIGNOUX (M.). Sur un organisme producteur de magnésie, 42.
- GIRAUD (J.). Prés. d'ouvr., 129.
- Glaciers*. L'enneigement des Alpes françaises, par W. KILIAN, 62. — Sur l'existence de contrepentes dans le profil en long du Fier, près de Seysel (Ain, Hte-Savoie), par W. KILIAN, 76. — würmiens sur la commune de Gresse (Isère), par D. HOLLANDE [obs. de W. KILIAN, 126], 138.
- Gothlandien*. Sur la faune du — de la Meignanne, près d'Angers (M.-et-L.), par O. COUFFON, 125, 214.

- GROSSOUVRE (A. DE). Bajocien-Bathonien dans la Nièvre, 134, 337 (12 fig., pl. XIII-XVI).
- Guerre (Chronique de la)*. Les collections de Lille, 133. — La Conférence interalliée des Ac. sc. à Londres, 142. — Lettre de protestation des savants lillois à l'Académie, 146. — Réun. extr. de la Société géol. à Strasbourg en 1834, 150. — Lettre de MM. ARGAND, L.-M. VIDAL, DAL PIAZ, 150-151. — Lettres de Ph. NÉGRIS, PARRONA, 165. — Réponses de l'Ac. des Sc. aux membres et correspondants habitants Lille, 170. — 2<sup>e</sup> session de la Conférence interalliée des Ac. sc., 171.

## H

- HAUG (Emile). Rapport sur l'attribution du prix Viquesnel de M. M. PIROUET, 95.
- Helvétien*. Sur l'— marin de l'Algérie occid., par L. JOLEAUD, 53.
- HENNY (Gerhard). Prés. d'ouvr., 129.
- HOLLANDE (D.). Glaciers würmiens sur la commune de Gresse (Isère) [obs. de W. KILIAN, 126], 138. — Prés. d'ouvr., 157.
- HUBERT (Henry). Prés. d'ouvr., 121. — Matériaux pour l'établissement de la Carte géol. de l'Afrique occid. fr., 160, 262 (1 c., 1 profil).
- HURE (M<sup>re</sup> Augusta). Nouv. obs. 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, 97, 110 (9 fig.).

## I

- Isère*. Glaciers würmiens sur la commune de Gresse (—), par D. HOLLANDE [obs. de W. KILIAN, 126], 138.

## J

- JEANNET (Alph.). Prés. d'ouvr., 166.
- JOLEAUD (L.). Sur le Stampien de l'Algérie occid., 52. — Sur l'Helvétien marin de l'Algérie occid., 53. — Sur le Miocène continental de l'Algérie occid., 54. — Prés. d'ouvr., 59, 115. — Sur la géol. des montagnes de Schuigui, près de Tebourba (Tunisie), 61. — Sur la géol. du Sahel et de l'Extrême-Sud tunisiens [obs. de G.-F. DOLLFUS, 125], 123, 178 (1 fig.).
- JOLEAUD (L. GENTIL et L.). Sur la structure géol. de la Tunisie sept., 59.

- JOLEAUD (L. GENTIL, M. LUGEON et L.).** Les nappes de charriage du bassin du Sebou (Maroc occid.), 115.
- JONDET (Gaston).** Les ports submergés de l'ancienne île de Pharos [obs. de Ph. NÉGRIS, 161], 121.
- JOURDY (Em.).** Allocution, 11, 81.
- Jura.** Sur l'existence de dépôts du Tertiaire moy. dans les env. de Salins (—), et sur la Tectonique de cette région, par M. PIROUTET, 153, 248. — Sur le Callovien des env. de Salins (—), par M. PIROUTET, 153, 257. — Obs. sur le Jurassique et le Crétacé de la région de Dôle et du haut —, par BOURGEAT, 406.
- Jurassique.** Ornementation peu connue chez certaines ammonites —s, par P. PETITCLERC, 133, 233 (1 fig.). — Bajocien-Bathonien dans la Nièvre, par A. DE GROSSOUVRE, 134, 337 (12 fig., pl. XIII-XVI). — Obs. sur le — et le Crétacé de la région de Dôle et du haut Jura, par BOURGEAT, 106.
- K**
- KERFORNE (F.).** Prés. d'ouvr., 45.
- KILIAN (W.).** Muschelkalk du Bugey, 34. — Aptien du Bassin de Paris, 35. — Orogenèse des Alpes françaises, 47. — L'enneigement des Alpes françaises [obs. de E. BENEVENT, 138], 62. — Sur l'existence de contrepenes dans le profil en long du Fier, près de Seysse (Ain-Haute-Savoie), 76. — Obs. à propos de la note de M. HOLLANDE : glaciers würmiens sur la commune de Gressé (Isère) [obs. de D. HOLLANDE, 138], 126. — Obs. sur les carrières géol., 157.
- KTÉNAS (Constant-A.).** Prés. d'ouvr., 122.
- L**
- LACROIX (A.).** Sur l'existence de roches volcaniques aux îles Loyalty, 24. — Prés. d'ouvr., 59.
- LAMBERT (J.).** Prés. d'ouvr., 130.
- LAMOTHE (général DE).** Les anciennes nappes alluviales et lignes de rivage du bassin de la Somme et leurs rapports avec celles de la Méditerranée occid., 26, 3 (1 fig.).
- LECOINTRE (G.).** Prés. d'ouvr., 69, 167.
- LEVAT (David).** Nécrologie, 113.
- Loire.** Rech. sur les terr. alluviales de la — et de ses principaux affluents, par CHAPUT [obs. de G.-F. DOLLFUS, 38], 37, 75. — Notes d'excursions et remarques sur le Bassin houiller de la basse —, par A. CARPENTIER, 137, 235 (5 fig., pl. III-IV).
- LORY (P.).** Sur un faciès qui relie le Dévoluy aux Hautes-Chaînes calcaires : les couches à Serpules du Sénonien supérieur, 169.
- Lot-et-Garonne.** Nouv. découvertes de Mammifères dans le Sannoisien et le Stampien inf. du —, par J. BLAYAC, 103.
- LUGEON (M.).** Prés. d'ouvr., 115.
- LUGEON (L. GENTIL, M.) et L. JOLEAUD.** Les nappes de charriage du bassin du Sebou (Maroc occid.), 115.
- LUTAUD (L.).** Prés. d'ouvr., 167.
- M**
- Magnésie.** Sur un organisme producteur de —, par M. GIGNOUX, 42.
- Maine-et-Loire.** Sur la faune du Gothlandien de la Meignanne, près d'Angers (—), par O. COUFFON, 125, 214.
- Majorque.** Au sujet de l'âge des phénomènes de charriage de la chaîne bétique, par P. FALLOT, 168.
- Mandingue (plateau).** Au N du —, par R. CHUDEAU, 136.
- Marne.** Sur un détail topographique observé à Châlons-sur-Marne, par G. DENIZOT, 102.
- MARGERIE (E. DE).** Obs., 153. — Prés. d'ouvr., 166.
- MARTY (P.).** Prés. d'ouvr., 132.
- Maroc.** Notes d'un voyage géol. à Taza (— sept.). par L. GENTIL, 54, 129 (1 c., 3 fig.). — Les nappes de charriage du Sebou (— occid.), par L. GENTIL, M. LUGEON et L. JOLEAUD, 115. — Sur les Lamellibranches éocrétacés et albiens du Haut-Atlas —ain, par M<sup>lle</sup> S. GILLET, 117.
- MARTEL (E.-A.).** Prés. d'ouvr., 22.
- MARTIN (David).** Nécrologie, 141.
- MARTONNE (Emm. DE).** Prés. d'ouvr., 114.
- MAURY (E.) et E. CAZIOT.** Deux gisements nouv. quaternaires à *Helix Paretii* aux env. de Nice, 105.
- MEUNIER (Stanislas).** Production artificielle d'une variété de cotunnite, 32. — L'origine des météorites et les fers de Pallas et de Canyon Diablo, 202 (pl. 1).
- Miocène.** Sur le — continental de l'Algérie orientale, par L. JOLEAUD, 54. Voir : *Helvétien*.
- MORELLET (L.) et J. MORELLET.** Obs. sur le g. *Clypeina* MICHELIN, 102 (8 fig.).
- Muschelkalk du Bugey.** par W. KILIAN, 34.

## N

- Nécrologie.** BARRET (abbé), 82. — BUREAU-LAJANADIE, 1. — BUCHE (Alph.), 101. — BUREAU (Edouard), 165. — CALLENS, 81. — CHAMPAGNE, 81. — COËMME (Solange), 82. — COMMONT (V.), 101. — DOUVILLÉ (Robert), 97, 322. — GRAND'EURY, 86. — HUGHES (T. M' Kenny), 83. — LE MARCHAND, 83. — LEVAT (David), 113. — LINDER (O.), 85. — MARTIN (David), 141. — NICKLÈS (R.), 86. — RAMBAUD (Louis), 129. — SAUVAGE (D.), 83. — THEVENIN, 57. — VIDAL DE LA BLACHE, 69. — VILLAIN (Paul), 165.
- NÉGRIS (Phocion).** Les ports submergés de l'ancienne île de Pharos, 161.
- Nice.** Deux gisements nouveaux quaternaires à *Helix Pareti* aux env. de —, par E. MAURY et E. CAZIOT, 105.
- NICOLESCO (C.).** Rectification de nomenclature, 36. — Prés. d'ouvr., 157. — Application des empreintes au collodion à la reproduction des cloisons des Ammonoïdés, 217 (2 fig., pl. II).
- NICOLESCO (C.) et M. DEBEAUPUIS.** Sur la reproduction des cloisons des Ammonoïdés au moyen d'empreintes au collodion, 64. — Nouvelles applications des empreintes au collodion à la reproduction des cloisons d'Ammonoïdés, 222.
- Nièvre.** Bajocien-Bathonien dans la —, par A. DE GROSSOUVRE, 134, 337 (12 fig., pl. XIII-XVI).
- Nouvelle-Calédonie.** Sur l'existence de roches volcaniques aux îles Loyalty, par A. LACROIX, 24.

## O

- Oligocène.** Limites de l'— dans le SW, par G.-F. DOLLFUS [obs. de J. REPELIN, 28; de J. BLAYAC, 51], 2. — Rép. à une obs. de M. BLAYAC, par G.-F. DOLLFUS, 27. — Limites de l'— en Provence, par G.-F. DOLLFUS, 45, 49, 70. — Rép. aux obs. de M. BLAYAC sur les limites de l'— du SW de la France, par G.-F. DOLLFUS, 72. — Répartition stratigraphique des faunes de Mammifères —s dans le bassin de l'Aquitaine, par J. REPELIN, 73. — Limites de l'— dans les Alpes, par G.-F. DOLLFUS, 98, 110. — Synopsis illustré des Mollusques de l'Éocène et de l'— en Aquitaine, par M. COSSMANN, 134.
- Voir : *Sannoisien, Stampien.*

- Orogenèse des Alpes françaises,** par W. KILIAN, 47.
- OSBORN (Henry Fairfield).** Rapport sur l'attribution de la médaille Albert Gaudry à M. —, par M. BOULE, 88. — Lettre de M. — à M. BOULE, 92.

## P

- Paléobotanique.** Obs. sur le genre *Clypeina* MICHELIN, par L. et J. MORELLET, 102 (8 fig.).
- Paléozoologie.** *Hippaliosina*, un nouveau genre de Bryozoaires, par F. CANU, 40, 88 (1 fig.). — Trois espèces nouvelles ou mal connues de Cérithes tertiaires, par G.-F. DOLLFUS, 122, 277 (pl. V-VI). — Ornementation peu connue chez certaines Ammonites jurassiques, par P. PETITCLERC, 133, 233 (1 fig.). — Obs. sur le g. *Clypeina* MICHELIN, par L. et J. MORELLET, 102 (8 fig.). — Le *Pernatherium rugosum* P. GERVAIS, par H.-G. STEHLIN, 123. — Notes d'excursions et remarques sur le Bassin houiller de la basse Loire, par A. CARPENTIER, 137, 235 (5 fig., pl. III-IV). — Les Bryozoaires fossiles de la région des Corbières, par F. CANU, 294 (pl. VII-XII). — Bajocien-Bathonien dans la Nièvre. Céphalopodes, par A. DE GROSSOUVRE; Gastropodes et Pélécytopodes, par M. COSSMANN, 134, 337 (12 fig., pl. XIII-XVI).
- Paris.** Profil en long géol. du Chemin de fer métropolitain, ligne n° 4, de la porte de Clignancourt à la porte d'Orléans, par A. DOLLOT [obs. de G.-F. DOLLFUS, 160], 158. — Détournement des voies de voyageurs P.-L.-M. à Paris, entre les gares de Bercy-Nicolas et de Charenton, par A. DOLLOT, 315 (1 plan, 1 profil).
- Paris (Bassin de).** Aptien du —, par W. KILIAN, 35.
- PETITCLERC (Paul).** Prés. d'ouvr., 23. — Ornementation peu connue chez certaines Ammonites jurassiques, 133, 233 (1 fig.).
- PIROUTET (M.).** Rapport sur l'attribution du prix Viquesnel à M. —, par ÉMILE HAUG, 95. — Remerciements de M. —, 97. — Sur l'existence de dépôts du Tertiaire moy. dans les env. de Salins (Jura) et sur la tectonique de cette région, 153, 248. — Sur le Callovien des env. de Salins (Jura), 153, 257.
- Phosphale.** Nouv. obs. sur le gisement de — de chaux de St-Martin-du-

Tertre, près de Sens (Yonne), et contribution à la tectonique des terrains supérieurs de craie, par M<sup>lle</sup> A. HURE, 97, 110 (9 fig.).

*Prix*. Attribution des —, 88, 92, 95, 97. *Protozoaires*. Sur un organisme producteur de magnésic, par M. GIGNOUX, 42.

*Provence*. Répartition des Chætidés et des Stromatoporidés dans les terrains crétacés de la basse —, par Y. DEHORNE, 39. — Limites de l'Oligocène en —, par G.-F. DOLLFUS, 45, 49, 70.

*Pyrénées (Basses)*-. Sur deux points particuliers de la géol. des env. de Biarritz, par J. WELSCH, 29. — Obs. géol. faites sur le bord méridional du Lac Mouriscot, près Biarritz, par J. WELSCH, 95 (1 fig.).

## Q

*Quaternaire*. Deux gisements nouveaux — s à *Helix Pareli* aux environs de Nice, par E. MAURY et E. CAZIOT, 105.

## R

RAMBAUD (Louis). Nécrologie, 129.

*Règlement*. Nouvelle rédaction, 1. — Son adoption, 88.

REPELIN (J.). Rem. au sujet des dernières notes de M. Dollfus, 28. — Aperçu sur la succession des faunes de Mammifères tertiaires dans le SW de la France, 65. — Répartition stratigraphique des faunes de Mammifères oligocènes dans le bassin de l'Aquitaine, 73.

*Rivage*. Les anciennes nappes alluviales et lignes de — du bassin de la Somme et leurs rapports avec celles de la Méditerranée occid., par général DE LAMOTHE, 26. — Les ports submergés de l'ancienne île de Pharos [obs. de P. NÉGRIS, 161], par G. JONDET, 121.

*Royan*. Les phénomènes de décalcification dans les env. de Vallières, près —, par H. DOUVILLÉ, 41.

RUSO (P.). Prés. d'ouvr., 38.

## S

*Salins*. Sur l'existence de dépôts du Tertiaire moy. dans les env. de — (Jura) et sur la tectonique de cette région, par M. PIROUTET, 153, 248. — Sur le Callovien des env. de — (Jura), par M. PIROUTET, 153, 257.

*Sannoisien*. Nouvelles découvertes de

Mammifères dans le — et le Stampien inf. du Lot-et-Garonne, par J. BLAYAC, 103.

*Savoie (Hte)*-. Sur l'existence de contre-pentes dans le profil en long du Fier, près de Seyssel (—), par W. KILLAN, 76.

*Sebou*. Les nappes de charriage du bassin du — (Maroc occid.), par L. GENTIL, M. LUGNON et L. JOLEAUD, 115.

*Seine-et-Marne*. Coupe géol. de la colline située au NE de Crouy-sur-Ourcq suivant la route d'Hervilliers (—), par R. CHARPIAT, 99 (1 profil).

*Sens*. Nouv. obs. sur le gisement de phosphate de chaux de St-Martin-du-Tertre, près de — (Yonne), et contribution à la tectonique des terrains supérieurs de craie, par M<sup>lle</sup> A. HURE, 97, 110 (9 fig.).

*Seyssel*. Sur l'existence de contre-pentes dans le profil en long du Fier, près de — (Ain-Hte-Savoie), par W. KILLAN, 76.

*Somme*. Les anc. nappes alluviales et lignes de rivage du bassin de la — et leurs rapports avec celles de la Méditerranée occid., par général DE LAMOTHE, 26, 3 (1 fig.).

*Stampien*. Sur le — de l'Algérie occid., par L. JOLEAUD, 52. — Nouv. découvertes de Mammifères dans le Sannoisien et le — inf. du Lot-et-Garonne, par J. BLAYAC, 103.

STEHLIN (H.-G.). Le *Pernatherium rugosum* P. GRÉVAIS, 113, 123.

*Stromatoporidés*. Répartition des Chætidés et des — dans les terrains crétacés de la Basse-Provence, par Y. DEHORNE, 39.

## T

*Taza*. Notes d'un voyage géol. à — (Maroc sept.), par L. GENTIL, 54, 129 (1 c., 3 fig.).

*Tebourba*. Sur la géol. des montagnes de Schuigui, près de — (Tunisie), par L. JOLEAUD, 61.

*Technique*. Sur la reproduction des cloisons des Ammonoïdés au moyen d'empreintes au collodion, par C. NICOLESCO et M. DEBEAUPUIS, 64. — Application des empreintes au collodion à la reproduction des cloisons des Ammonoïdés, par C. NICOLESCO, 217 (2 fig., pl. II). — Nouvelles applications des empreintes au collodion à la reproduction des cloisons d'Ammonoïdés, par C. NICOLESCO et M. DEBEAUPUIS, 222.



**Tectonique.** Sur la structure géol. de la Tunisie sept., par L. GENTIL et L. JOLEAUD, 59. — Recherches sur la — de l'Afrique occid., par R. CHUDEAU, 59 (4 c., 1 coupe). — Nouv. obs. sur le gisement de phosphate de chaux de St-Martin-du-Tertre, près de Sens (Yonne), et contribution à la — des terrains supérieurs de Craie, par M<sup>lle</sup> A. HURE 97, 110 (9 fig.). — Sur la géol. des montagnes de Schuiggui, près de Tebourba (Tunisie), par L. JOLEAUD, 61. — Les nappes de charriage du bassin du Sebou (Maroc occid.), par L. GENTIL, LUGEON et L. JOLEAUD, 115. — Sur l'existence de dépôts du Tertiaire moy. dans les env. de Salins (Jura) et sur la — de cette région, par M. PIROUTET, 153, 248.

**TRÉMIER (Pierre).** Rapport sur l'attribution de la médaille du Prix Prestwich à M. A. BIGOT, 92.

**Terrasses.** Les anciennes nappes alluviales et lignes de rivage du bassin de la Somme et leurs rapports avec celles de la Méditerranée occid., par général DE LAMOTHE, 26, 3 (1 fig.). — Recherches sur les — alluviales de la Loire et de ses principaux affluents, par CHAPUT [obs. de G.-F. DOLLFUS, 38], 37, 75. — Obs. sur les — de la côte d'Algérie, par G.-F. DOLLFUS, 125.

**Tertiaire.** Les Bryozoaires fossiles de la région des Corbières, par F. CANU, 102. — Trois espèces nouv. ou mal connues de Cérithes —, par G.-F. DOLLFUS, 122, 277 (pl. v-vi). — Sur l'existence de dépôts du — moy. dans les env. de Salins (Jura) et sur la Tectonique de cette région, par M. PIROUTET, 153, 248. — Coupe géol. de la colline située au NE de Crouy-sur-Ourcq, suivant la route d'Hervilliers

(S.-et-M.), par R. CHARPIAT, 99 (1 profil). — Obs. sur le g. *Clypeina* MICHELIN, par L. et J. MORELLET, 102 (8 fig.). — Le *Pernatherium rugosum* P. GERVAIS, par H.-G. STEHLIN, 123.

Voir: *Oligocène*.

**THEVENIN (A.).** Nécrologie, 57.

**Trias.** Muschelkalk du Bugey, par W. KILIAN; 34.

**Tunisie.** Sur la structure géol. de la — sept., par L. GENTIL et L. JOLEAUD, 59. — Sur la géol. des montagnes de Schuiggui, près de Tebourba (—), par L. JOLEAUD, 61. — Sur la géol. du Sahel et de l'Extrême-Sud tunisiens, par L. JOLEAUD [obs. de G.-F. DOLLFUS, 125], 123, 178 (1 fig.).

## V

**VIDAL DE LA BLACHE.** Nécrologie, 69.

**VILLAIN (Paul).** Nécrologie, 165.

**Volcanisme.** Sur l'existence de roches volcaniques aux îles Loyalty, par A. LACROIX, 24.

## W

**WELSCH (Jules).** Sur deux points particuliers de la géol. des env. de Biarritz (B.-P.), 29. — Obs. géol. faites sur le bord méridional du Lac Mouriscot, près Biarritz, 95 (1 fig.).

## Y

**Yonne.** Nouv. obs. sur le gisement de phosphate de chaux de St-Martin-du-Tertre, près de Sens (—), et contribution à la tectonique des terrains supérieurs de craie, par A. HURE, 97, 110 (9 fig.).

## Z

**ZELLER (René).** Nécrologie, 22.

## Dates de publication des fascicules qui composent ce volume.

Fascicule 1-2 — (Feuilles 1-8)	Déc. 1918
— 3-4 — ( — 9-16, pl. I-IV)	Sept. 1919
— 5-6 — ( — 17-21, pl. V-XII, 1 portrait)	Déc. 1919
— 7-9 — ( — 22-30, pl. XIII-XVI)	Déc. 1919

