

COMPTE RENDU SOMMAIRE

ET

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

---

CINQUIÈME SÉRIE

---

TOME DIXIÈME

---

Année 1940

---



PARIS

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

28, Rue Serpente, VI<sup>e</sup>

1940

BULLETIN  
DE LA  
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

---

NOTES ET MÉMOIRES

**1940**

## PRÉCISIONS NOUVELLES AU SUJET DES DIAPIRS DE SUZETTE (VAUCLUSE) ET DE PROPIAC (DRÔME)

PAR **Albert F. de Lapparent** <sup>1</sup>.

### RÉSUMÉ.

La position diapirique du Trias à Suzette et à Propiac étant établie, il restait encore à préciser les phases tectoniques successives. Une faunule de Mollusques permet de fixer l'âge *sannoisien* de tous les dépôts détritiques oligocènes de Suzette. Le Sannoisien est transgressif sur le Crétacé inf. ; le Burdigalien atteint le Portlandien. Le Trias, monté de la profondeur, coupe le Sannoisien et le Burdigalien par un contact *toujours anormal*. Par conséquent, la mise en place du Trias diapir est *postérieure*, et non antérieure, au Sannoisien et au Miocène. Ainsi la phase principale de plissements, avec montée diapirique du Trias, se place ici entre le Miocène et le Pliocène, comme dans les Chaînes subalpines. Deux phases beaucoup moins importantes se situent respectivement après le Lutétien et après le Sannoisien.

P. Termier <sup>2</sup> a indiqué définitivement, en 1927, la position du Trias de Suzette et de Propiac, restée longtemps énigmatique <sup>3</sup>. Changeant d'étage et jaillissant de la profondeur dans des zones anticlinales, ce terrain affleure ordinairement au travers des marnes noires callovo-oxfordiennes. En certains points, comme sur la route de Lafare à Suzette, le Trias, « extravasé », a « bavé » sur les bords et vient reposer directement sur les marnes jurassiques (cf. fig. 2, coupe IV) ; un déversement du Trias vers l'extérieur est également visible au Col de Propiac, à l'W de Benivay et près de Grand Devès (fig. 4). Mais lorsqu'on suit attentivement les contacts, on voit *partout ailleurs le Trias sortir de dessous les terrains qui l'entourent* (par exemple fig. 2, coupes VI et VII), de telle sorte qu'avec l'auteur précité on doit abandonner l'idée et le terme de « nappe de Suzette ».

Le fait étant maintenant admis sans discussion, on pouvait cependant apporter des précisions nouvelles relativement à l'âge

1. Note présentée à la séance du 5 février 1910.

2. *B. S. G. F.*, (4), XXVII, 1927, p. 57.

3. Cf. Réunion extraordinaire de la Société géologique de France en 1923 : *C. R. somm. S. G. F.*, 1923, pp. 153-171 et *B. S. G. F.*, (4), XXIII, 1923, pp. 520-545.

des différentes phases tectoniques au cours desquelles le Trias a pris l'étrange position dans laquelle on l'observe actuellement.

Il fallait, pour ce faire, fixer exactement l'âge des terrains tertiaires en relation avec le Trias et définir l'allure du contact entre les deux formations.

#### AGE PRÉCIS DES TERRAINS TERTIAIRES DE SUZETTE.

Le Trias de Suzette (fig. 1) est entouré au SW vers Montmirail, au SE vers Le Barroux, au NE vers Malaucène, par des dépôts continentaux dont l'âge n'a jamais été parfaitement fixé. Fontannes<sup>1</sup> en faisait du « Tongrien » ; Termier et Joleaud<sup>2</sup> pensaient que sa partie haute pouvait être rapportée au Chattien ; plus tard, Termier<sup>3</sup> y voyait représenté le Sannoisien et le Stampien ; tandis que d'après la Feuille d'Orange au 1/80.000 (2<sup>e</sup> éd., 1934), l'Oligocène du massif de Gigondas « comprend toute la série depuis le Lattorfien jusqu'au Chattien ». Malgré la rareté des fossiles, j'ai pu réunir une faunule suffisante pour préciser la question.

*Oligocène de Montmirail.* — Des bancs calcaires intercalés dans d'épais dépôts argileux et détritiques m'ont fourni :

1) à la base de la série, près de la source de Souira (fig. 2, coupe II, n° 2) : *Melanoides albigensis* NOUL., *Limnea æqualis* SERRES, *Limnea* sp., *Planorbis* sp. ;

2) au milieu, à Allègre sous des calcaires blancs siliceux, et à Daniel (fig. 2, coupe I, n° 4) : *Limnea* sp., *Helix* sp. ;

3) au sommet, à David, au N de Beaumes-de-Venise (fig. 2, coupe III, n° 2) : *Cyrena Dumasi* SERRES, *C. physela* FONT., *C. semistriata* DESH., *C. alesiensis* FONT., *C. Carezi* FONT., *C. strongyla* FONT.

*Oligocène du Barroux.* — Sur le chemin de Suzette au Barroux, on peut relever la coupe suivante au dessus du Trias :

1 cargneules jaunâtres différant des cargneules triasiques plus rouges ; 2 calcaire lacustre à silice ; 3 poudingues à galets calcaires et siliceux et à pisolites ; 4 argiles ; 5 calcaires marneux et calcaires gréseux à *Melanoides albigensis* NOUL. var. *Dumasi* FONT., *Helix* sp. (= *H. eurabdota* var. FONT.), *Limnea æqualis* SERRES, *Planorbis Rouvillei* FONT. ; 6 calcaire dur ; 7 argiles ; 8 molasse grisâtre et cal-

1. Le « Groupe d'Aix » dans le Dauphiné, la Provence et le Bas Languedoc, 1885, p. 53.

2. Cf. *C. R. somm. S. G. F.*, 1922, p. 12.

3. *B. S. G. F.*, (1). XXVII, 1927, pp. 60-64.



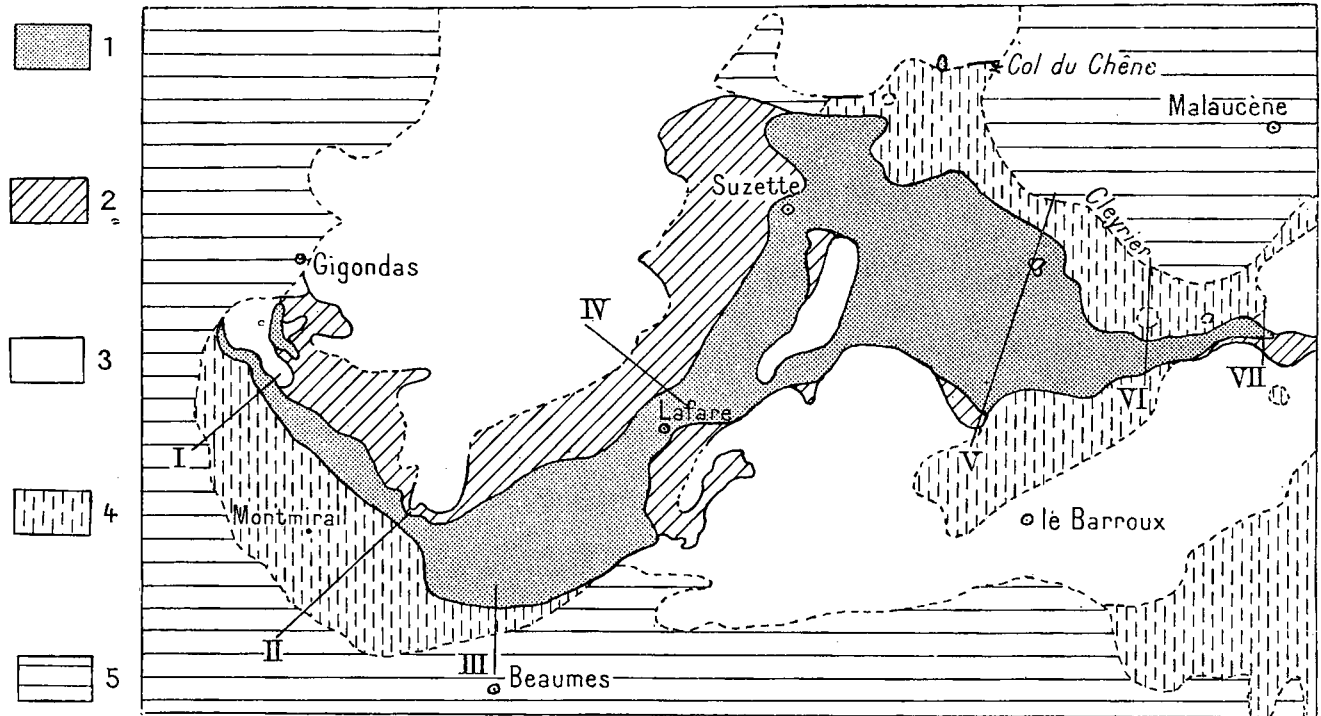


Fig. 1. — Carte du diapir de Suzette, montrant les relations du Trias avec les terrains tertiaires. — Échelle: 1/80.000.  
 1. Trias ; 2. marnes noires oxfordiennes ; 3. Jurassique supérieur et Crétacé inférieur ; 4. Sannoisien continental ; 5. Miocène marin.  
 Le trait continu représente les contacts anormaux et le trait discontinu les contours géologiques. — *Erratum*. Le grand lambeau reposant sur le Trias au S de Suzette est formé d'Oxfordien *et de Sannoisien*.

caires marneux ; 9 marnes, butant par faille contre le Crétacé inférieur.

Sur la grand'route de Malaucène, 1 km. au N du Barroux, un banc de grès calcaire à pendage S, proche du Trias et prolongeant vraisemblablement les couches 5 de la coupe précédente, m'a fourni plusieurs exemplaires de *Helix eurabdota* FONT. ; les couches 1, 2 et 3, prises successivement en écharpe par le contact anormal, ont disparu dans l'étirement (cf. fig. 2, coupe VI).

*Oligocène de Malaucène.* — La coupe détaillée du Col du Chêne et de la Montagne de Cleyrier a été donnée par Fontannes <sup>1</sup>, puis par Thiéry et Termier <sup>2</sup>. Les bancs supérieurs ont fourni <sup>3</sup> : *H. eurabdota* FONT., *Limnea æqualis* SERRES.

La faune recueillie dans l'Oligocène du massif de Gigondas comprend donc les éléments suivants.

*Cyrena Dumasi* SERRES Fontannes, Faune malacologique du Groupe d'Aix, 1884, p. 51, pl. VII, fig. 10-19 ; Roman, *B. S. G. F.*, (4), X, 1910, p. 951, pl. XXIV, fig. 9. — Cette grande espèce, bien reconnaissable, est très cantonnée dans le Sannoisien.

*Cyrena semistriata* DESHAYES cf. Fontannes, Bassin de Crest, 1880, p. 155. — Cette Cyrène est classique dans le Sannoisien du SE comme du bassin de Paris ; on la connaît cependant dès le Ludien et elle monte dans le Stampien.

*Cyrena alesiensis* FONTANNES. Faune malac. Groupe d'Aix, p. 55, pl. VII, fig. 31. — Coquille ovale ; bombée ; côté antérieur très court ; sommets élevés.

*Cyrena Carezi* FONTANNES, *id.*, p. 52, pl. VII, fig. 20-21. — Coquille triangulaire ; surface ornée de costules fines et très serrées.

*Cyrena physeta* FONTANNES, *id.*, p. 53, pl. VII, fig. 27. — Coquille arrondie ; sommet petit, aigu, légèrement incliné en avant.

*Cyrena strongyla* FONTANNES, *id.*, p. 53, pl. VII, fig. 26. — Sommet peu saillant ; surface ornée de côtes concentriques, arrondies, assez fortes.

La très grande variabilité des Cyrènes permet de se demander si les quatre dernières méritent toutes d'être élevées au rang d'espèce. Quoi qu'il en soit, les échantillons récoltés au N de Beaumes-de-Venise se rapportent facilement aux formes décrites par Fontannes du Sannoisien du Gard.

*Melanoides albigenis* NOULT var. *Dumasi* FONTANNES, Faune malac.

1. *Op. cit.*, 1885, p. 39.

2. *B. S. G. F.*, (4), XXVII, 1927, p. 61.

3. CH. DEPÉRET, *C. R. somm. S. G. F.*, 1923, p. 170. Le *Planorbis* du groupe cornu ou *solidus* signalé ici est probablement *P. Rouvillei*. Les déterminations de *Cyclostoma cadurcensis* NOUL. et *Helix corduensis* NOUL. sont données comme douteuses.

Groupe d'Aix, p. 26, pl. II, fig. 66-70, pl. III, fig. 1-3; Roman, *B. S. G. F.*, (4), X, 1910, p. 942, pl. XXII, fig. 9. — Les échantillons types, du SW (Lautrec), se distinguent de la var. *Dumasi*, du SE (Barjac), par leur spire nettement scalariforme. Dans le Gard comme dans le bassin d'Apt-Forcalquier<sup>1</sup>, comme dans le bassin de Paris, comme aussi en Haute Alsace et dans le Belfortais<sup>2</sup>, cette espèce est caractéristique du Sannoisien, tandis que *Melanoïdes Lauræ* MATHIERON, dont les derniers tours sont un peu plus étagés et l'angle apical un peu plus ouvert, se trouve seulement dans le Stampien<sup>3</sup>. Fontannes<sup>4</sup> avait cité *M. Lauræ* en plusieurs points du massif de Gigondas; mais tous les exemplaires que j'ai récoltés en ces mêmes lieux se rapportent non à la forme du Stampien, mais à *M. albigensis* du Sannoisien.

*Helix eurabdota* FONTANNES, Faune malac. Groupe d'Aix, p. 37, pl. V, fig. 26-28. — Spire peu élevée. Tours au nombre de 5 à 6, les 3-4 premiers s'accroissant lentement, les deux derniers plus rapidement. Surface couverte de plis d'accroissement saillants. N'est signalé par Fontannes que de l'Aquitainien.

*Helix* sp. (= *Helix eurabdota* var. ? FONT.). — Fontannes (*id.*, pl. V, fig. 29) rapportait avec doute à une variété de *H. eurabdota* une forme beaucoup plus grande, à dernier tour plus large, qu'il figure mais ne décrit pas. J'ai trouvé au Barroux des *Helix* qui se rapportent tout à fait à la fig. 29 de Fontannes et je crois qu'il s'agit d'une espèce bien distincte de *H. eurabdota*. L'état de conservation imparfait n'en permet pas la description.

*Limnea æqualis* SERRES Fontannes, *id.*, p. 43, pl. VI, fig. 4-6; Roman, *B. S. G. F.*, (4), III, 1903, p. 612, fig. 20. — Les échantillons que j'ai récoltés se rapportent certainement à *L. æqualis* SERRES et non à *L. pyramidalis* BRARD dont la taille est plus grande, la spire moins acuminée et dont les tours sont plus renflés. On indique ordinairement que *L. æqualis* succéderait dans le Stampien à *L. pyramidalis* du Sannoisien; mais *L. æqualis* tout à fait typique est connue aussi dès le Sannoisien (cf. Roman, *ibid.*, p. 609).

*Planorbis Rouvillei* FONTANNES, *id.*, p. 47, pl. VI, fig. 28-30; Roman, *B. S. G. F.*, (4), X, 1910, p. 948, pl. XXIV, fig. 7. — Cette forme, qui appartient au groupe de *P. solidus* THOMÉ, paraît caractéristique du Sannoisien.

On sait combien est difficile la distinction des étages dans le « Groupe d'Aix » de Fontannes avec le seul secours des Mollusques. Peut-on cependant, d'après la faune recueillie, préciser l'âge de l'Oligocène de Suzette?

Les espèces du Col du Chêne citées par Depéret indiqueraient

1. J. GOGUEL, *Bull. Carte géol. Fr.*, t. XXXVIII, n° 190, p. 139.

2. Calcaire de Brunstatt et de Morvillars.

3. M. P. Jodot a bien voulu me confirmer la valeur stratigraphique de ces deux espèces.

4. Le « groupe d'Aix » dans le Dauphiné, etc., 1885, pp. 35-53.

plutôt le Stampien : c'était la conclusion de Termier <sup>1</sup>, qui rapportait alors avec vraisemblance au Lattorfien (= Sannoisien) la partie inférieure de toute cette série relativement épaisse. Mais on ne peut faire état de *Cyclostoma cadurcensis* ni de *Helix corduensis*, de détermination peu sûre.

Par contre, au Barroux et à Montmirail, j'ai trouvé à la partie supérieure de l'Oligocène continental une faunule nettement sannoisienne, identique à celle des calcaires de Barjac (Gard) : *Melanoides albigensis*, *Planorbis Rouvillei*, *Cyrena Dumasi* accompagnée de cinq autres espèces de Cyrènes, sont très significatifs. Et comme j'ai récolté, au Barroux, *Helix curabdota* au même niveau que *Melanoides albigensis*, la présence de cette espèce ne suffit pas à infirmer la conclusion que tout l'Oligocène de Suzette doit être rapporté au Sannoisien.

#### LES CONTACTS ENTRE LE TRIAS ET LES TERRAINS TERTIAIRES.

P. Termier <sup>2</sup> a reconnu que « l'Oligocène n'est pas sous le Trias ; il est dessus ». Des observations, faites surtout à l'E de Suzette près des Granges Rouges, l'avaient même amené à penser que l'Oligocène reposait sur le Trias par un contact normal ; d'après la 2<sup>e</sup> édition de la Feuille d'Orange au 1/80.000, il en serait également ainsi à Montmirail. Or, j'ai pu me rendre compte que le Trias se comportait partout comme dans un véritable diapir et qu'il coupait à l'emporte-pièce, avec une netteté remarquable, tous les terrains avec lesquels il entraît successivement en contact : marnes callovo-oxfordiennes, Jurassique supérieur, Crétacé inférieur, Sannoisien, Burdigalien. Partout et toujours, le contact est anormal (fig. 1).

Quelques coupes examinées avec attention illustreront cette disposition (fig. 2).

COUPE I, PAR DANIEL. — Le Trias jaillit là au travers de l'Oligocène dont le substratum normal est le Néocomien. La constitution du Sannoisien est la suivante : 1 grès et poudingues ; 2 argiles rouges avec quelques bancs de grès et de poudingues ; 3 calcaire lacustre gris à Limnées et *Helix* ; 4 molasse grise et argiles ; 5 argiles rouges, puis argiles grises.

COUPE II, PAR LA SOURCE DE SOUIRA. — Le Trias sort nettement de dessous les marnes noires callovo-oxfordiennes, très froissées au contact. Le Sannoisien présente ici son maximum d'épaisseur et comprend : 1 poudingues surmontés de calcaires et de marnes ; 2 banc

1. P. Termier, *B. S. G. F.*, (4), XXVII, 1927, p. 61.

2. *B. S. G. F.*, (4), XXVII, 1927, p. 64.

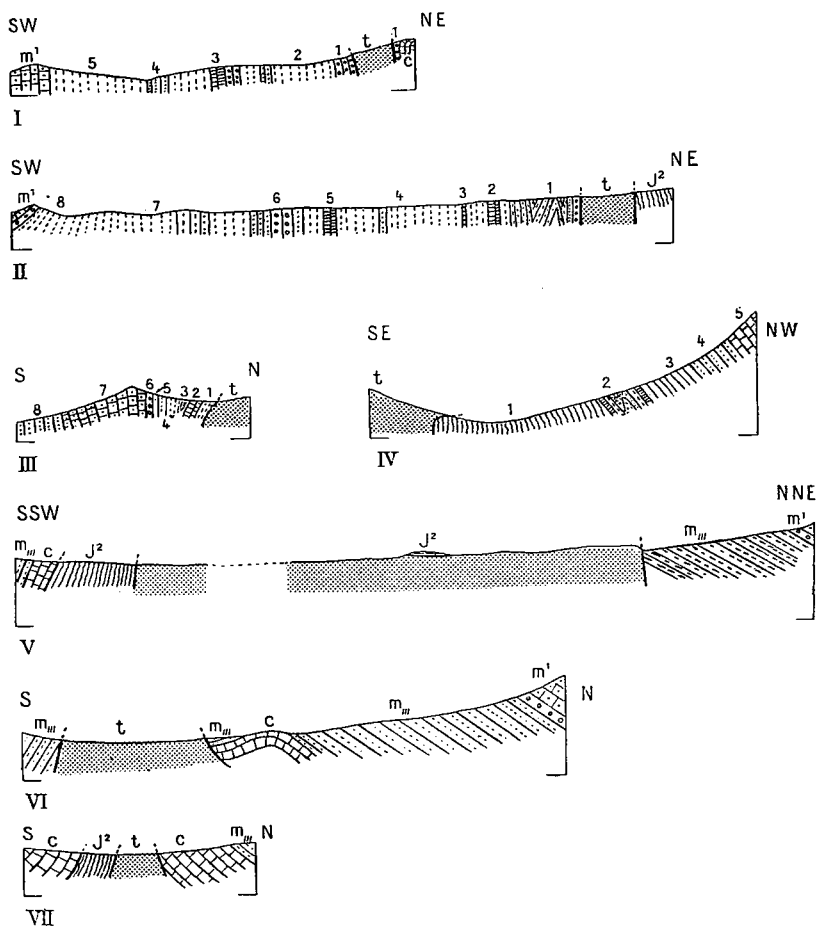


FIG. 2. — Coupes en série du diapir de Suzette.

Échelle : 1/20.000. La trace des coupes est portée sur la carte fig. 1.

LÉGENDE : t Trias, principalement dolomies, cargneules et gypse ; c'est un Trias « à faciès provençal » fortement mylonitisé ; J<sup>2</sup> marnes noires callovo-oxfordiennes ; c calcaires néocomiens ; m<sub>''</sub> Sannoisien ; m<sup>1</sup> Burdigalien.

marno-calcaire à *Melanoides albigensis*, *Limnea æqualis*, *Planorbis* sp. ; 3 marnes avec calcaires en plaquettes à *Melanoides albigensis* <sup>1</sup> ; 4 argiles jaunes et rouges ; 5 calcaire gris à Linnées et Planorbis ; 6 argiles rouges, grès et poudingues très épais ; 7 marnes et molasse micacée ; 8 molasse sableuse grise, glauconieuse : m<sup>1</sup> poudingues à galets verts, base du Burdigalien marin transgressif.

COUPE III, PAR DAVID AU N DE BEAUMES. — Le gypse triasique pénètre

1. Déjà signalé en ce point par M. P. JODOT, *B. S. G. F.*, (4), XXIII, 1923, p. 525, note 1.

dans les argiles sannoisiennes par de multiples pointements. Sannoisien : 1 marnes lacustres jaunâtres ; 2 calcaires siliceux en plaquettes, à Cyrènes ; 3 molasse grise ; 4 marnes rougeâtres ; 5 molasse avec nodules calcaires blancs ; Burdigalien : 6 poudingue de base, concordant sur 5 ; 7 calcaire zoogène à *Pecten* ; Helvétien : 8 molasse sableuse grise.

COUPE IV, AU N DE LAFARE. — On remarque ici comment le Trias a localement « bavé » sur les marnes jurassiques ; mais on voit bien aussi, en suivant le contact, que ce Trias sort de dessous les marnes noires 1, verticales ; 2 calcaires marneux et marnes grises (Rauracien) ; 3 calcaires lithographiques bicolores (Séquanien) ; 4 calcaires siliceux avec minces lits marno-grumeleux à *Perisphinctes* sp. (Kimmeridgien) ; 5 calcaires blancs bien lités ou en masses à stratification indistincte (Portlandien). La série est parfaitement continue, *sans contact anormal*, depuis les marnes noires jusqu'aux calcaires blancs du sommet.

COUPE V, AU N DU BARROUX ET PAR CLEYRIER. — On remarquera, au SSW, un double étirement, d'une part entre le Trias et les marnes noires, d'autre part entre celles-ci et le Crétacé supportant le Sannoisien. Toutes les couches peuvent être prises successivement en biseau et, dans la coupe VI, les marnes noires, le Crétacé et la base du Sannoisien ont disparu, tandis que le Crétacé et le Jurassique réapparaissent dans la coupe VII.

Un curieux « chapeau » de marnes noires a subsisté sur le Trias, dans la même position que le grand lambeau complexe de marnes noires et de Sannoisien situé au S de Suzette<sup>1</sup> (carte fig. 1) : j'ai pu vérifier qu'il s'agit, dans les deux cas, de contacts anormaux par glissement et étirement.

Vers le NE, on voit nettement que le Trias est monté plus haut que le Sannoisien en coupant ce dernier par la tranche : de toute évidence le contact est anormal et on ne peut y voir une transgression de l'Oligocène sur le Trias (Feuille d'Orange, 2<sup>e</sup> éd.).

COUPE VI, faisant apparaître le substratum vrai du Sannoisien : le Néocomien.

COUPE VII, TERMINAISON ORIENTALE DU DIAPIR. — Le Trias, avec les marnes noires associées, affecte une disposition anticlinale nette et s'ennoie périclinalement sous le Crétacé recouvert par le Sannoisien.

Il résulte de cette description que l'étude des contacts ne permet pas d'affirmer « l'antériorité à l'Oligocène des mouvements tectoniques qui ont mis en place » le Trias de Suzette. Bien au contraire, partout où l'on a des contacts normaux de transgressivité, le Sannoisien repose toujours sur le Crétacé inférieur ; la

1. FONTANNES (Le « groupe d'Aix » dans le Dauphiné, etc., 1885, p. 49) avait bien noté autrefois la position de ce lambeau sur le Trias, contrairement à P. Termier (*B. S. G. F.*, (4), XXVII, 1927, p. 70) qui le croyait en fenêtre sous les carneules.

coupe VI, fig. 2, est, entre autres, particulièrement démonstrative : le Crétacé, substratum vrai du Sannoisien, réapparaît ici, et en deux autres points (fig. 1), en bordure du Trias.

P. Termier<sup>1</sup> avait cru pouvoir indiquer la présence de galets triasiques dans les poudingues des Granges Rouges, ce qui le conduisait à penser que l'érosion aurait déjà décapé le Trias avant l'Oligocène. En fait, l'examen attentif de ces poudingues ne m'y a pas montré d'éléments que l'on puisse rapporter à des roches du Trias sous-jacent. Aux Granges Rouges précisément (où le contact est d'ailleurs anormal), des cargneules jaunâtres alternant avec les premiers bancs de poudingues oligocènes, sont bien elles-mêmes oligocènes et ne doivent pas être prises pour des cargneules triasiques remaniées.

D'autre part, à la base du Burdigalien, on n'a pas observé non plus de galets triasiques. Le Burdigalien, en effet, peut atteindre jusqu'au Portlandien ; mais il n'est jamais transgressif, lui non plus, ni sur les marnes callovo-oxfordiennes, ni sur le Trias. Quelques contours inexacts de la feuille d'Orange au 1/80.000 ne doivent pas faire illusion à cet égard. En particulier, immédiatement à l'W de Suzette, il n'y a pas un lambeau burdigalien m<sup>2</sup> transgressif sur J<sup>2</sup>, mais seulement un ensemble de blocs éboulés de l'affleurement situé plus au N, où le Burdigalien repose sur le Crétacé et le Portlandien.

Autour de Propiac, le Burdigalien est transgressif sur divers termes crétacés, du Sénonien au Néocomien, mais en aucun point il n'atteint le Jurassique. Lorsqu'on observe le Burdigalien en contact avec du Jurassique, le contact est toujours anormal (fig. 3). Je me suis assuré qu'il en était ainsi :

1° aux environs immédiats de Mérindol et plus au NW, à Grand Devès (fig. 4, coupe II) ;

2° à la chapelle Saint-Marc de Propiac où un étirement important s'observe constamment entre le Burdigalien et l'Oxfordien (fig. 3) : c'est à tort que l'on a cru voir là un contact de transgression<sup>2</sup> ;

3° au flanc W du synclinal de Bénivay, où la montée du Trias diapir a épargné localement quelques bancs de Néocomien sur lequel est transgressif le Burdigalien (fig. 4, coupe I).

Ainsi, lorsque se sont déposés les sédiments sannoisiens puis burdigaliens, il semble bien que ni le Callovo-oxfordien, ni le

1. *B. S. G. F.*, (4), XXVII, 1927, p. 64.

2. Feuille Le Buis au 1/80.000, 1<sup>re</sup> éd., et *J. GOGUEL*, *B. S. G. F.*, (5), VIII, 1938, p. 359.

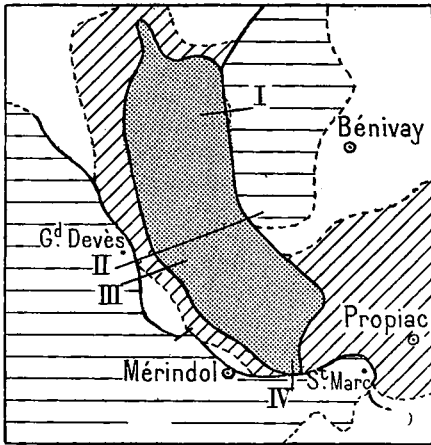


FIG. 3.

Carte du diapir de Propiac.

Échelle : 1/80.000.

Même légende que pour la fig. 1.

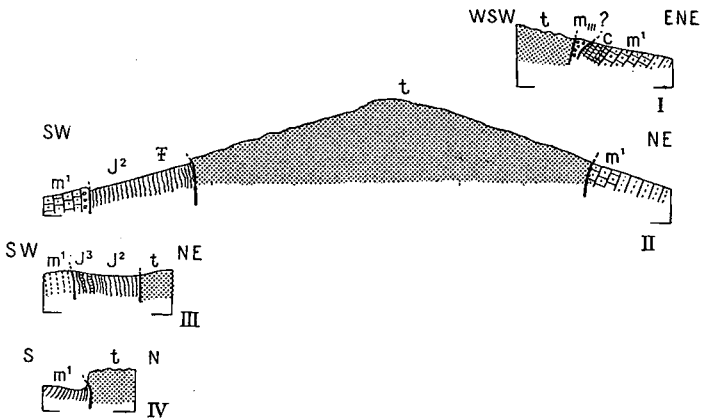


FIG. 4. — Coupes en série du diapir de Propiac.

Échelle : 1/20.000. La trace des coupes est portée sur la carte fig. 3.

LÉGENDE : t TRIAS : dolomies, cargneules, argiles et gypse très bouleversés ; J<sup>2</sup> CALLOVIEN : marnes noires feuilletées à *Lissoceras erato*, *Phylloceras* sp., *Belemnites hastatus*, *Aptychus* sp. ; J<sup>3</sup> RAURACIEN : marno-calcaires lités ; c NÉOCOMIEN : calcaires marneux blancs ; m<sub>1</sub> Sannoisien (?) : gros bancs de poudingues, à galets siliceux et calcaires impressionnés, écrasés et pincés en écaille ; visibles seulement sur la coupe I, ces poudingues ne paraissent pouvoir être rapportés qu'à l'Oligocène détritique ; m' BURDIGALIEN : la transgression peut débuter par des poudingues à galets verts (coupe II, au SW) ou seulement par des grès transgressifs sur divers termes du Crétacé (coupe I) ; les poudingues (coupe III) et même toute la partie inférieure grésense du Burdigalien (coupe IV) peuvent disparaître par étirement.



Trias n'arrivaient en affleurement dans le massif de Gigondas ou en bordure des Baronnies. La discordance du Burdigalien sur le Crétacé supérieur, le Crétacé inférieur, le Portlandien, manifeste d'incontestables ondulations. *Mais la phase tectonique principale qui a fait monter le Trias diapir au cœur d'anticlinaux serrés serait seulement post-miocène.*

#### LES PHASES DE PLISSEMENTS TERTIAIRES.

P. Termier<sup>1</sup> n'avait pas caché ses hésitations relativement à l'époque de l'extrusion du Trias. A son avis, celui de Suzette aurait jailli déjà lors du paroxysme provençal, tandis qu'à Montmirail « l'ascension du Trias est un phénomène d'âge alpin, c'est-à-dire anté-mollassique » ; quant à celui de Propiac, son âge « reste encore mal déterminé ». L'étude précédente permet désormais de préciser comme suit l'histoire des plissements tertiaires et de la mise en place du Trias dans le Haut Comtat-Venaissin.

La phase provençale majeure, que l'on sait située précisément entre le Lutétien et le Bartonien<sup>2</sup>, et dont l'intensité diminue rapidement vers le N dès la basse Durance, n'aurait eu ici qu'un effet atténué. Au pied W du Ventoux, elle est mise en évidence par une très légère discordance et surtout par une extension plus grande du Ludien-Sannoisien (gypse de Mormoiron et poudingues de Crillon avec bancs de calcaires à Cyrènes<sup>3</sup>) et par quelques failles antérieures aux poudingues de Crillon<sup>4</sup>. Dans le massif de Gigondas, le Sannoisien s'étend largement sur le Néocomien, mais n'atteint pas le Portlandien<sup>5</sup>.

Après le Sannoisien, des plissements accentuent le relief. Le Portlandien est soulevé, sa couverture crétacée est fortement érodée et il sera bientôt atteint lui-même par la transgression burdigalienne. Au Col du Chêne, le Sannoisien subit localement un plissement en synclinal plus accentué : en ce point seulement on observe une discordance nette entre l'Oligocène et le Miocène. Tous ces mouvements sont synchroniques de la première phase alpine, immédiatement postérieure au Sannoisien<sup>6</sup>.

1. B. S. G. F., (4), XXVII, 1927, pp. 74-75.

2. A. F. DE LAPPARENT, *Thèse*, Paris, 1938, p. 185.

3. FONTANNES, Le « Groupe d'Aix » dans le Dauphiné, etc., p. 45.

4. J. GOGUEL, B. S. G. F., (5), VIII, 1938, p. 358.

5. Au N de Suzette, c'est *par faille* que le Sannoisien se trouve localement en contact avec le Portlandien.

6. A. F. DE LAPPARENT, *Thèse*, 1938, pp. 186 et 191.

Après le Miocène enfin, la deuxième phase des plissements alpins, si intense dans les Chaînes subalpines, a affecté aussi, et beaucoup plus profondément que les deux précédentes, la région de Suzette et de Propiac. Le massif de Gigondas s'est soulevé et s'est plissé à tel point que, tout autour, le Burdigalien se trouve fortement relevé (Vaison, Malaucène, Séguret, Vacqueyras) et même parfois nettement renversé à l'extérieur (Beaumes, Gigondas). Le Burdigalien a été aussi renversé à Mérindol, Propiac, Bénévay. C'est à cette phase intense qu'il faut rapporter surtout l'ascension du complexe cagneulique, argileux et gypsifère du Trias, coupant à l'emporte-pièce tous les terrains de couverture y compris le Miocène, bavant légèrement sur les bords en quelques points qui avaient pu donner un moment l'idée d'un « recouvrement en nappe ». A l'E de Suzette, le Trias est surmonté directement de deux témoins jurassiques et oligocènes (fig. 1 et fig. 2, coupe V), par suite d'étirements considérables, rappelant quelque peu ce qu'on observe dans les « chapeaux » des diapirs salifères classiques. Comme on peut le constater entre Vaison et Nyons, non seulement le Burdigalien, mais l'Helvétien, le Tortonien et même le Pontien ont été affectés par cette phase de plissements qui est donc post-miocène, mais antérieure à la transgression du Pliocène inférieur.

Le Pliocène, en effet, n'a pas été affecté ici d'ondulations proprement dites. Pourtant, Fontannes avait bien remarqué que les dépôts pliocènes marins les plus voisins des Chaînes subalpines (vallée de l'Eygues au SW de Nyons) ont été notablement relevés par rapport à ceux situés plus à l'W jusqu'au Rhône. Ce soulèvement pourrait être en relation avec des mouvements post-pliocènes, mais anté-quaternaires, connus en certains points des Chaînes subalpines <sup>1</sup>.

Le tableau suivant résume toutes ces remarques <sup>2</sup>.

On voit de la sorte comment, dans le massif de Gigondas et en bordure des Baronnies, les phases orogéniques cadrent bien avec ce que nous savons des plissements tertiaires dans le Sud-Est de la France.

1. A. F. DE LAPPARENT, *Thèse*, 1938, p. 188.

2. La longueur du trait est approximativement proportionnelle à l'importance du plissement.

QUATERNAIRE

---

{ Léger relèvement du Pliocène  
au SW de Nyons.

PLIOCÈNE

---

{ Plissement principal du Haut  
Comtat ; mise en place du Trias  
diapir.  
(2<sup>e</sup> phase alpine)

PONTIEN

TORTONNIEN

HELVÉTIEN

BURDIGALIEN

---

{ Discordance Burdigalien sur  
Sannoisien près de Malaucène ;  
transgression du Burdigalien  
jusqu'au Portlandien.  
(1<sup>re</sup> phase alpine)

SANNOISIEN

LUDIEN

---

{ Le « Groupe d'Aix » déborde  
l'Éocène au pied W du Ven-  
toux et atteint le Crétacé inf.  
Failles de Crillon.  
(phase provençale)

LUTÉTIEN

ÉOCÈNE INFÉRIEUR

---

ÉTUDE COMPLÉMENTAIRE DE LA MORPHOLOGIE  
DU TÉLÉOSTÉEN PLEURONECTOÏDE SOLÉIFORME  
*EOBUGLOSSUS EOCENICUS*

PAR **Paul Chabanaud** <sup>1</sup>.

PLANCHE I.

Le présent mémoire complète l'étude que j'ai publiée, en 1937<sup>2</sup>, sur la morphologie d'*Eobuglossus eocenicus* [WOODWARD 1910], Téléostéen de l'ordre des *Pleuronectoidea* et du sous-ordre des *Soleiformes*, fossile dans l'Éocène supérieur d'Égypte (Mokattam inférieur de Tourah).

Des circonstances indépendantes de ma volonté m'avaient mis, à cette époque, dans l'impossibilité d'entreprendre les investigations nécessaires à l'examen du clidoste<sup>3</sup> de ce fossile. On sait que le clidoste, os impair et médian, dépendant de l'arc hyoïde (s'il n'en fait pas, en toute certitude, partie intégrante), est le siège de caractères morphologiques, qui comptent au nombre des plus importants dont fait état aujourd'hui la classification des Téléostéens dissymétriques.

Étant donné la situation du fossile, j'avais tout lieu de penser que le clidoste devait reposer, profondément enfoui dans l'épaisseur de la gangué, sous la branche gauche de l'arc hyoïde. Force était donc, pour dégager ce clidoste, de sacrifier ce qui subsistait

1. Note présentée à la séance du 5 février 1940.

2. CHABANAUD (P.). Les Téléostéens dyssymétriques du Mokattam inférieur de Tourah, p. 73-92, ic. 12 et 10, tab. 2 et 3 (*Mémoires de l'Institut d'Égypte*, 32, 1937, p. IX-XII, 1-125, tab. 1-4).

3. Κλείς, isthme (des poissons) ; ὀστέον, os.

L'origine ontogénétique du clidoste n'a pu encore être établie de façon décisive. A n'en juger que d'après la morphologie des Téléostéens adultes, il y a lieu de considérer cet élément du squelette céphalothoracique, comme l'ossification du septum conjonctif, interposé entre les deux muscles clido-clithraux, muscles qui, dans cette sous-classe, ne sont autres que les homologues fonctionnels du muscle sterno-hyoïdien des Vertébrés tétrapodes. Depuis le début du XIX<sup>e</sup> siècle, le clidoste a reçu quantité de noms divers, qui tous ont été successivement abandonnés, la plupart parce qu'ils préjugeaient d'homologies injustifiées, quelques autres pour cause d'homonymie : sternum, épisternal, jugulaire, interclaviculaire, urohyal, etc.

de cette branche de l'arc hyoïde et en même temps de détruire les rayons branchiostèges demeurés à proximité de celle-ci (*op. cit.*, ic. 12), autant d'éléments morphologiques de médiocre intérêt, à cause de leur état fragmentaire, et desquels l'aspect a d'ailleurs été fixé par les photographies qui font l'objet des planches 2 et 3 de mon précédent travail.

Ce n'est que récemment, qu'étant retourné à Londres, j'ai pu mener à bien cette recherche spéciale, qui fut d'ailleurs entreprise moyennant l'assentiment des autorités compétentes du British Museum. La planche I, qui illustre le présent texte, montre les résultats de l'opération.

Cette planche est la reproduction d'un excellent cliché photographique, exécuté au British Museum, sous la direction de M. Errol I. WHITE, à qui je ne suis que trop heureux d'exprimer ici ma très cordiale gratitude, pour la peine qu'il a bien voulu prendre à mon intention, en cette circonstance.

Le clidoste d'*Eobuglossus eocenicus* (fig. 1) comporte une

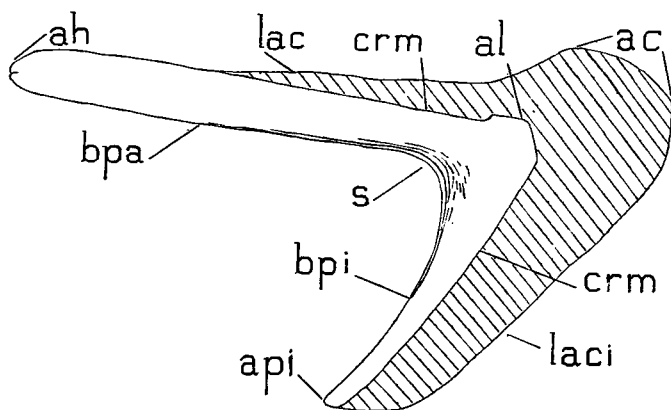


FIG. 1. — Clidoste. La lame septale apoclidienne est hachurée. *a c*, apophyse cardiaque ; *a h*, apex hyal ; *a l*, apophyse latérale ; *a p i*, apex parischiatique ; *b p a*, branche paraortique ; *b p i*, branche parischiatique ; *c r m*, crête d'insertion musculaire ; *l a c*, partie de la lame septale apoclidienne, inhérente à la branche paraortique ; *l a c i*, partie de lame septale apoclidienne, inhérente à la branche parischiatique ; *s*, sinus (point de rencontre de la bissectrice de l'angle clidien avec le bord clidien du clidoste).

branche parischiatique, qui se surajoute à la branche paraortique, partie essentielle (corps) de l'os. La branche paraortique est rectiligne ; elle atteint, lame septale apoclidienne comprise, environ 5,30 mm. de longueur. La branche parischiatique est parfaitement individualisée ; son côté clidien ne s'incurve, du sinus clidien à l'apex parischiatique, que de façon presque

insensible. L'ouverture moyenne de l'angle clidien<sup>1</sup> mesure 70° d'arc.

La lame septale apoclidienne prend naissance sur la moitié postérieure de la branche paraortique ; cette lame s'élève assez brusquement, en arrière de l'aplomb du sinus clidien, pour former une apophyse cardiaque<sup>2</sup> mal délimitée, mais considérablement développée et anguleusement arrondie. Au-dessous de cette apophyse, la lame septale se prolonge, en se rétrécissant progressivement, mais très modérément, sur toute la longueur de la branche parischiatique, ne se terminant qu'à l'apex de celle-ci.

On distingue nettement la crête latérale d'insertion musculaire<sup>3</sup>, délimitant la base de la lame septale, tant sur la branche paraortique, que sur la branche parischiatique. En arrière du sinus et un peu au-dessus du niveau de celui-ci, cette crête forme une apophyse latérale, obtusément anguleuse, mais qui paraît peu développée.

Mesurée à l'aplomb de l'apex parischiatique, la hauteur totale du clidoste dépasse quelque peu 3 mm., dimension qui représente environ les 58 centièmes de la longueur de l'os. La longueur libre de la branche paraortique n'est que légèrement inférieure à la longueur préangulaire, laquelle est d'environ 31 mm. et représente près des 60 centièmes de la longueur totale de l'os<sup>4</sup>.

La forme générale du clidoste d'*Eobuglossus eocenicus* évoque de façon saisissante celle qu'affecte cet os chez nombre de *Soleidae*, notamment dans les genres *Microchirus* [BONAPARTE] CHABANAUD 1938 et *Solea* [QUENSEL] CHABANAUD 1930<sup>5</sup>.

1. L'angle clidien est formé par le côté clidien (ventral) de la branche paraortique et par le côté clidien (rostral) de la branche parischiatique.

A cause de l'incurvation, si légère soit-elle, de la branche parischiatique, l'angle clidien est plus ou moins ouvert, selon que la mesure en est prise à la base ou près de l'extrémité distale de cette branche. C'est la moyenne entre les degrés extrêmes de l'ouverture angulaire qui a été calculée dans le cas présent.

2. L'apophyse cardiaque est ainsi nommée parce que c'est la partie du clidoste qui se trouve être la plus voisine du cœur.

3. C'est la limite de la partie du clidoste qui, au-dessus et en arrière de cette crête, est recouverte par la musculature. Tout ce qui se trouve au-dessous et en avant de cette même crête, en particulier tout le côté clidien de l'os, n'est revêtu que par les téguments.

4. La longueur libre de la branche paraortique est la distance comprise entre l'apex hyal (extrémité antérieure de la branche paraortique) et la projection, sur cette branche, de l'apex parischiatique. La longueur préangulaire est la distance comprise entre l'apex hyal et le sinus.

5. Variable à l'infini, au sein de l'ordre entier des *Pleuronectoidea*, la forme du clidoste est caractéristique des genres et des espèces, mais non des groupes de rang systématique supérieur au genre. Tantôt absolument privé de branche parischiatique, l'os est susceptible de présenter cette formation surajoutée à un égal degré de développement, aussi bien chez les *Pleuronectiformes* que chez les *Soleiformes*

La déficience — que j'ai pris soin de vérifier une fois de plus — des côtes splanchniques, celle de tout élément du squelette intermusculaire<sup>1</sup>, celle enfin de tout complexe métaclithral sont autant de caractères négatifs, qui suffisent à classer *Eobuglossus eocenicus* dans le sous-ordre des *Soleiformes*. Pour autant qu'il est permis de l'affirmer, les écailles sont petites et se composent d'un pholidoplate à peu près rectangulaire et qui paraît couronné d'un riche bouquet de spinules. Comme des écailles ainsi construites n'existent que dans le sous-ordre des *Soleiformes*, mais aussi bien chez les *Cynoglossidae* que chez les *Soleidae* et les *Achiridae*, le fait, pour *Eobuglossus eocenicus*, de posséder semblable pholidose, confirme la thèse de son attribution subordonnée, fondée sur les caractères négatifs qui viennent d'être énumérés, sans toutefois que l'on en puisse tirer argument en vue du choix de la famille.

Si la détermination du sous-ordre ne suscite aucune difficulté, celle de la famille demeure problématique. C'est pourquoi j'ai cru devoir isoler, provisoirement du moins, le fossile en question dans une famille spéciale, les *Eobuglossidae*, et cela pour de multiples raisons, qu'il n'est pas inutile d'exposer à nouveau, en les développant avec plus d'ampleur que je ne l'ai fait précédemment.

1° Le fossile étant présenté par son côté gauche, on en peut conclure à une espèce sénestre, à moins qu'il ne s'agisse d'un individu inversé<sup>2</sup>.

Il se peut aussi que le cadavre ait été retourné, au moment de son inhumation, ou bien que sa gangue lui soit suprajacente et non subjacente, comme on a coutume de l'admettre, dans tous les cas analogues<sup>3</sup>.

1. Dans le sous-ordre des *Soleiformes*, je n'ai constaté ou vérifié la présence d'os abdominaux intermusculaires que chez quelques espèces appartenant aux genres *Microchirus* et *Solea*. A cause de leur dimension réduite, ces os pairs peuvent aisément passer inaperçus dans un fossile.

2. Entre tous les *Soleiformes* (*Achiridae*, *Soleidae*, *Cynoglossidae*), *Solea solea* [LINNÉ] est la seule espèce, peut-être parce qu'elle est la mieux connue, chez laquelle des cas d'inversion totale aient encore été observés. La fréquence de ce phénomène semble pouvoir se chiffrer, très approximativement, par 1 sur 3.000 ou 4.000 exemplaires.

3. En vertu de cet ensemble de considérations et étant donné l'incertitude qui pèse sur l'orientation ophthalmosomatique du fossile, j'estime aventureuse la détermination à laquelle je me suis arrêté, dans mon travail précédent, de la nadiralité ou de la zénithalité de plusieurs éléments pairs du squelette.

En conséquence, aussi bien dans le grand texte que dans la légende de la fig. 12, p. 77, les adjectifs « nadiral » et « zénithal » doivent être respectivement remplacés par « gauche » et « droit », explicitement en ce qui concerne les dents, le dentaire, l'articulaire, l'angulaire, l'ectoptérygoïde, l'hyomandibulaire, le

Dans l'hypothèse de la sinistralité ontogénétique du fossile, celui-ci pourrait être théoriquement classé dans la famille des *Cynoglossidae*, si sa morphologie tout entière ne s'inscrivait en faux contre pareille proposition : nombre restreint des vertèbres, isoconie des périchordes, large épanouissement du complexe uroptérygiophore, liberté de l'uroptérygie, symétrie, sinon parfaite, du moins approchée et situation ventrale des deux ischioptérygies.

Le choix ne reste donc qu'entre l'une des deux familles typiquement dextres : celle des *Achiridae* et celle des *Soleidae*.

2° Qu'il s'agisse d'un Achiridé ou d'un Soléidé, le rictus oris paraît d'une ampleur inusitée dans ces deux familles ; au surplus, la forme du maxillaire ne s'accorde avec les caractères ni de l'une, ni de l'autre. De son extrémité symphysaire (antérieure) à son extrémité commissurale (postérieure), ce maxillaire, en effet, acquiert une puissance qui ne se manifeste d'ordinaire que lorsque cet os ne se dissimule pas sous une épaisse couche tégumentaire ; ce à quoi s'ajoute la remarquable troncature oblique de son extrémité commissurale (fig. 2).

3° Si les mâchoires exposées, qui sont indubitablement celles de l'hémisome gauche, sont bien les zénithales, la présence de dents prémaxillaires et mandibulaires implique la symétrie de la dentition, symétrie qui, pour n'être sans doute qu'approchée, n'en reste pas moins sans exemple chez les *Soleidae*, comme chez les *Achiridae* de la faune vivante. Dans l'hypothèse du retournement du cadavre, ou dans celle du renversement du bloc après mise au jour du fossile, la forme des mâchoires, qui seraient alors les nadirales, ne cadre que difficilement avec ce que nous ont habitués à voir les représentants actuels de ces deux familles.

Remarquons enfin que cette dentition paraît bien se développer sur toute la longueur du prémaxillaire, comme sur toute celle du dentaire. Or, dans les deux familles en question, les dents nadirales, minuscules et villiformes, sont groupées, sur chacun de ces deux os, en une plaque dont l'étendue se limite à la seule partie postérieure (la moitié, rarement davantage) de ceux-ci (fig. 2).

4° Le preoperculum (fig. 3) est pourvu d'un limbe très ample, complètement ossifié et qui est percé de 4 pores, très apparents. Pareille conformation témoigne, sinon de la parfaite liberté de

preoperculum, les rayons branchiostèges, l'epiclithrum, le clithrum, les 2 basipterygia ischiatiques et les rayons ischioptérygiens.

Sur cette même fig. 12, la lettre *h*, par inadvertance non mentionnée dans la légende, désigne la branche gauche de l'arc hyoïde.



l'expansion périphérique de cet os, du moins de l'existence probable d'un sillon dermal margino-préoperculaire, qui, dans le sous-ordre des *Soleiformes*, n'existe que chez les *Achiridae*; *Soleidae* et *Cynoglossidae* n'en conservant aucune trace.

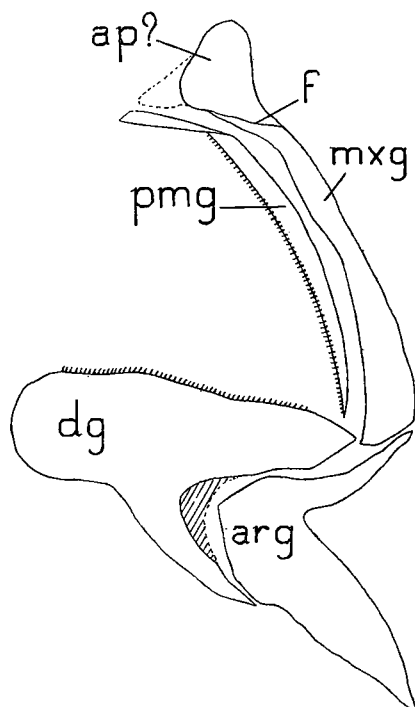


FIG. 2. — Mâchoires. La répartition des dents prémaxillaires et mandibulaires est reconstituée d'après les vestiges existant sur le fossile. Les contours en pointillé sont problématiques. *a p?*, élément osseux de nature indéterminée, susceptible d'appartenir au neurocrâne, mais s'interprétant mieux comme une apophyse fracturée à sa base, probablement inhérente au maxillaire ou encore au prémaxillaire ; *a r g*, articulaire gauche (fragmentaire) ; *d g*, dentaire gauche (la partie hachurée appartient probablement au septum formé par cet os, sur le côté interne du cartilage de MÈCKEL) ; *f*, fracture ; *m x g*, maxillaire gauche ; *p m g*, prémaxillaire gauche, dont l'extrémité symphysaire est fracturée.

5° Selon toute apparence et si quelque fracture ne fait pas illusion, le premier hypural<sup>1</sup> se prolonge proximale-ment contre le côté hémal du cône cranial du périchorde urostylique. Or semblable disposition n'existe chez aucun Soléiforme, en dehors de la famille des *Achiridae*.

1. *Op. cit.*, p. 85, ic. 13 ; *h u 1*.

Pour conclure, l'attribution d'*Eobuglossus eocenicus* à la famille des *Soleidae* ne repose, en définitive, que sur la forme des écailles et sur celle du clidoste. Nous venons de voir que, de ces deux caractères, le premier, se combinant avec la déficience des côtes splanchniques et des metacithra, plaide en faveur du sous-ordre des *Soleiformes*, mais que ni l'un, ni l'autre ne sauraient, à eux seuls, décider du choix de la famille.

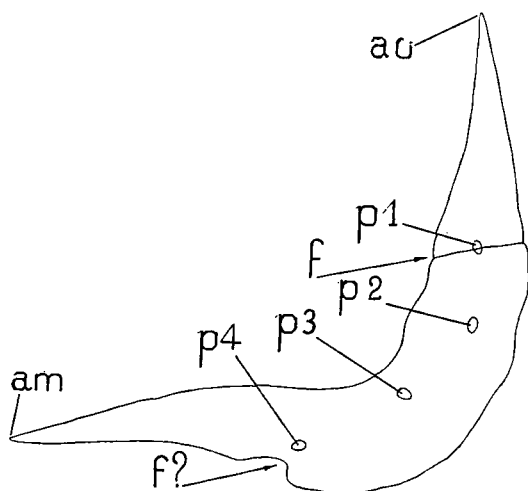


FIG. 3. — Preoperculum gauche. *a m*, apex mandibulaire; *a o*, apex otique; *f*, fracture; *f ?*, sinuosité du limbe, d'aspect morphologique, mais résultant peut-être d'une fracture; *p 1*, *p 2*, les deux pores de la branche otique; *p 3*, pore angulaire; *p 4*, pore de la branche mandibulaire.

Jusqu'à plus ample informé, la création de la famille des *Eobuglossidae* se justifie pleinement.

---

#### EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

*Eobuglossus eocenicus* [WOODWARD]. Région céphalothoracique, après dégagement du clidoste.  $\times$  ca 8. Cliché du British Museum.

---

## LE STAMPIEN DE LA RÉGION PARISIENNE ET LE CLASSEMENT DE L'OLIGOCÈNE

PAR **G. Denizot**<sup>1</sup>.

On peut faire grief à l'inventeur du Stampien, Alcide d'Orbigny, d'avoir abandonné ce terme dès qu'il l'eut forgé, en 1849, pour le faire tomber en synonymie devant le Tongrien. Car à ce moment même, Dumont remaniait une vague création de dix ans antérieure, pour la restreindre dans un autre sens. Ce n'était plus au Tongrien, mais au Rupélien qu'il fallait synchroniser la partie essentielle du Stampien.

Ce terme était en tout cas bien posé. La marne à *Limnaea strigosa* étant laissée avec le Gypse dans le « Parisien », au contraire les « Marnes gypseuses marines de Brongniart, à *Cyrena semistriata*, *Cytherea incrassata* et Huîtres, sont incluses dans le Stampien : la limite inférieure, entre Marne blanche et Marne verte, est donc indiquée. Vient ensuite la masse des « Sables supérieurs », dont on ne connaissait d'ailleurs que les gisements fossilifères de la base, Jeurs, Versailles. Ormoy fut publié en 1851 par Hébert, Pierrefitte seulement en 1879 par Stanislas Meunier. Enfin comme sommet, le Stampien comprend les Meulières à *Cerithium Lamarcki* et le Calcaire d'Étampes.

Il ne faut donc pas se réclamer de d'Orbigny pour inaugurer le Stampien avec les Marnes à Huîtres. Cette coupure est due à de Rouville, reprenant en 1853 le Stampien, sans nouvelle étude et avec de mauvaises équivalences. On a par suite séparé une petite série : Marne à Cyrènes et Glaise verte, plus Calcaire de la Brie, en méconnaissant d'ailleurs la Molasse d'Argenteuil-Sannois à *Cytherea incrassata*. C'est seulement en 1891 que Munier-Chalmas établit le synchronisme de ces deux derniers termes, et ce fut sur cette donnée qu'il créa, avec de Lapparent, le Sannoisien pour désigner la série en question. Terme qui s'est maintenu dans la plupart des publications françaises, avec ou sans marne blanche à la base, et non sans de très gros écarts dans les parallélismes.

De même la limite supérieure a subi des fluctuations, dès que Mayer-Eymar eut créé l'Aquitaniien (1857), et le Stampien a souvent été amputé de ses formations lacustres terminales au

1. Note présentée à la séance du 18 décembre 1939.

profit de ce nouvel étage. Plus tard l'introduction d'un Chattien achèvera de troubler les idées.

Toutes ces divergences n'auraient pas grande importance, elles ne seraient que des « questions d'accolades », si leur cause ne provenait de parallélismes très différemment compris avec d'autres régions, où l'on créait de nouveaux termes. Comme la série stampienne marine est encadrée par deux séries continentales, sa définition n'était pas complète.

La limite tracée à la base par d'Orbigny n'est qu'un changement local de faciès. C'est une approximation par défaut, et nous devons envisager une coupure réelle — fondée sur les faunes marines, comme il se doit — plus bas, dans une masse laguno-lacustre. Il est reconnu que de telles formations, au lieu de se paralléliser aux formations marines, ont une tendance systématique à les chevaucher. C'est la méconnaissance de cette réalité, partout enseignée cependant, qui a conduit à de fâcheuses erreurs : par exemple qualifier de Stampien inférieur le gisement de la Ferté-Alais, quand il repose sur la totalité de la masse des Sables d'Étampes. Dans le problème de délimiter les étages, c'est commettre un contresens que d'accorder la priorité à des termes continentaux, avec ou sans Mammifères.

Ce problème se présenta dans toute son acuité dès 1854, lorsque Beyrich définit l'Oligocène sur les séries marines allemande et belge, plus complètes que la série parisienne. En fait, le système dont font partie nos Sables d'Étampes doit être étendu, en dessous et en dessus : on se heurte alors aux difficultés de raccorder les coupes entre bassins qui ont évolué différemment. Pour la limite supérieure, il faut se tourner vers un troisième bassin, l'Aquitaine, à son tour différent des deux autres. Ces difficultés sont considérables, à en juger par les graves divergences entre les connaisseurs qualifiés de la Stratigraphie parisienne ; divergences qui se sont manifestées à mainte reprise devant la Société Géologique, sans profit réel. Le débat entamé le 7 novembre 1904, et qui a rebondi de façon imprévue en 1917, n'a eu pour résultat que d'accréditer une solution dont nous pensons démontrer l'erreur : à savoir la validité d'un Sannoisien français, et son équivalence au Tongrien belge comme au Lattorien allemand. Commençons par régler le cas de ce terme.

#### INEXISTENCE DU SANNOISIEN EN TANT QU'ÉTAGE.

Par réaction nécessaire contre le pullulement des termes en « **ien** », et l'érection en étages de faciès localisés, voire continen-

taux, on est devenu très strict pour ces désignations. Un étage doit comporter une faune marine caractérisée, dans une extension définie verticalement et assez étendue. Le Sannoisien n'offre pas ces caractères.

Dans la localité type, sur quelques lits lacustres — dont le fossile cité, *Nystia Duchasteli*, monte d'ailleurs beaucoup plus haut — il comporte 12 m. de couches saumâtres avec le banc de Sannois à *Cytherea incrassata* qui seul compte. Mais la faune est très pauvre : une quinzaine d'espèces — nous en donnons plus loin la liste — qui sont connues de Jeurs, ou d'un gisement équivalent, ou même plus élevé, sans retenir un vague Planorbe. Pour corser l'étage, on a voulu joindre quelques lits au-dessus ; on n'a réussi qu'à enrichir la faune d'excellentes espèces stampiennes, *Natica crassatina*, *Cerithium trochleare*. On chercherait en vain dans les ouvrages classiques un seul fossile caractéristique<sup>1</sup>. La faune de Sannois est une faune de Jeurs réduite, et c'est en accord avec le faciès.

Et l'assise de Sannois se limite aux environs de Paris : à peine s'éloigne-t-on, toute correspondance devient précaire, et de fait controversée. Par exemple on n'est pas d'accord sur le gisement de Halatte, à dix lieues d'Argenteuil. Les auteurs qui, depuis plus de quarante ans, ont publié du Sannoisien à propos de régions lointaines, donnent l'impression d'ignorer la localité originale. La question des équivalences est à reprendre. On peut parler d'assises sannoisiennes, aux environs de Paris : mais non pas ériger ce terme local en étage.

#### SOMMAIRE DE LA STRATIGRAPHIE PARISIENNE.

Sur le Calcaire grossier, après un bref ravinement, vient la série des Sables moyens, du Gypse et des Sables supérieurs, à peu près continue, mais perdant en son milieu le caractère marin. Nous la prendrons au Nord de Paris où, sur une étendue d'une vingtaine de kilomètres, des coupes très précises ont été publiées<sup>2</sup>.

1. La liste des fossiles de Lirence, publiée vers 1906 par l'Université de Paris, devait refléter les idées de Munier : elle concède au Sannoisien deux seules espèces, *Cyrena convexa* et *Cerithium plicatum*, qui sont parfaitement stampiennes et la seconde a même son type dans l'Aquitaine. D'autres ajoutent *Cytherea incrassata* et *Nystia Duchasteli*, qui sont également connus dans le Stampien.

2. Coupes de la Frette, VASSEUR et CAREZ, *B. S. G. F.*, 3-IV, p. 471 ; de Méry-Frépillon, DOLLÉUS et VASSEUR, *id.*, VI, p. 243 ; de Belloy, CAREZ, *id.*, VIII, p. 249 ; d'Argenteuil, DOLLOT, GODBILLE et RAMOND, *op. cit.*

**A. Sables moyens** (15 m. env.) : Sables d'Auvers-Beauchamp à *Nummulites variolarius*, *Cerithium mutabile* ; intercalations lacustres à *Planorbis goniobasis*, *Limnaea arenularia* ; Sable de Mortefontaine à *Avicula Defrancei*.

**B. Calcaire de Saint-Ouen** (7 m.) à *Pl. goniobasis*, *Lim. longiscata*, avec intercalations gypseuses.

Latéralement au Nord-Ouest, dans le Vexin, ce calcaire est remplacé par le Sable de Cresne à *Cerithium Cordieri*, *Voluta ambigua*, qui se lie aux précédents par la présence de *Num. variolarius*.

**C. Sable de Monceau** et d'Argenteuil, à lits calcaires lacustres (Noisy-le-Sec) ; et lits gypseux qui localement font une quatrième masse (4 m. ensemble). Vers le Nord au contraire l'assise est en entier sableuse (6 m. à Frépillon). La faune marine conserve des espèces de Cresne, avec quelques particularités : tel *Mytilus Biochei*.

**D. Horizon** à *Pholadomya ludensis* (1 m.) surmonté de la Basse-masse de Gypse (6 m.).

L'horizon à *Pholadomya* possède une extension considérable, au delà des mers antérieures, notamment vers Reims (Marne de Ludes). Sa faune, révisée par J. Boussac, offre sur 83 espèces : 67 de dessous, 7 localisées (*Ph. ludensis*, *Crassatella Desmaresti*, etc.), et le reste mal défini. D'après G. Dollfus, la présence d'espèces oligocènes serait inexacte, et nous ne les retiendrons pas.

Dans le Vexin, l'horizon passe à la Marne du Vouast près Montjavoult, avec mutations ou variétés des Cérîtes antérieurs. Celle-ci est, d'après Munier-Chalmas, en superposition discontinue sur le Sable de Cresne raviné. Plus haut, lits calcaires à *Nystia microstoma*, le gypse étant remplacé par de la marne.

**E. Marne** à *Lucina inornata*, à la base de la **Moyenne-masse du Gypse** (8 m.). Pour la première fois, à la faune résiduelle de l'Éocène s'ajoutent des espèces oligocènes sûres :

*Nucula Lyelli* Bosq., du Rupélien belge ;

*Corbula subpisum* ORB., de Jeurs ;

*Corbulomya Nysti* DESH. (voisin de *C. triangula* Nyst), de Jeurs ; sans retenir *Hydrobia pygmaea*, qui ne signifie rien.

**F. Marne intermédiaire**, conservant de rares Cérîtes éocènes (4 m.), puis **Haute-masse du Gypse** (17 m.). C'est le gisement de la célèbre faune de Montmartre : *Palaeotherium*, *Anoplotherium*, *Xiphodon*.

**G. Marnes bleues** à bancs de Gypse (9 m.). En dehors de Crustacés, on n'en cite que des *Nystia* qui sont plutôt dessus.

**H. Marnes blanches** (5-6 m.), coupées de gypse, à faune lacustre : *Nystia Duchasteli*, *N. plicata*, *Bithinia Monthiersi*, *Limnaea stri-gosa* ; et un Mammifère, *Xiphodon gracile*.

**I. Marnes vertes** (6 m.), avec à la base feuilletts remplis de Cyrènes, à faune oligocène franche :

*Cyrena convexa* BRONG. (*C. semistriata* DESH.), typique en ce lieu mais montant jusque dans l'assise de Pierrefitte ;

*Psammobia plana* BRONG., qui a été retrouvé par M<sup>lle</sup> Alimen à Cormeilles sur l'horizon de Jeurs ou Morigny ;

*Cerithium plicatum* LK., qui se trouve dans tous les gisements ultérieurs jusqu'au sommet de l'Oligocène.

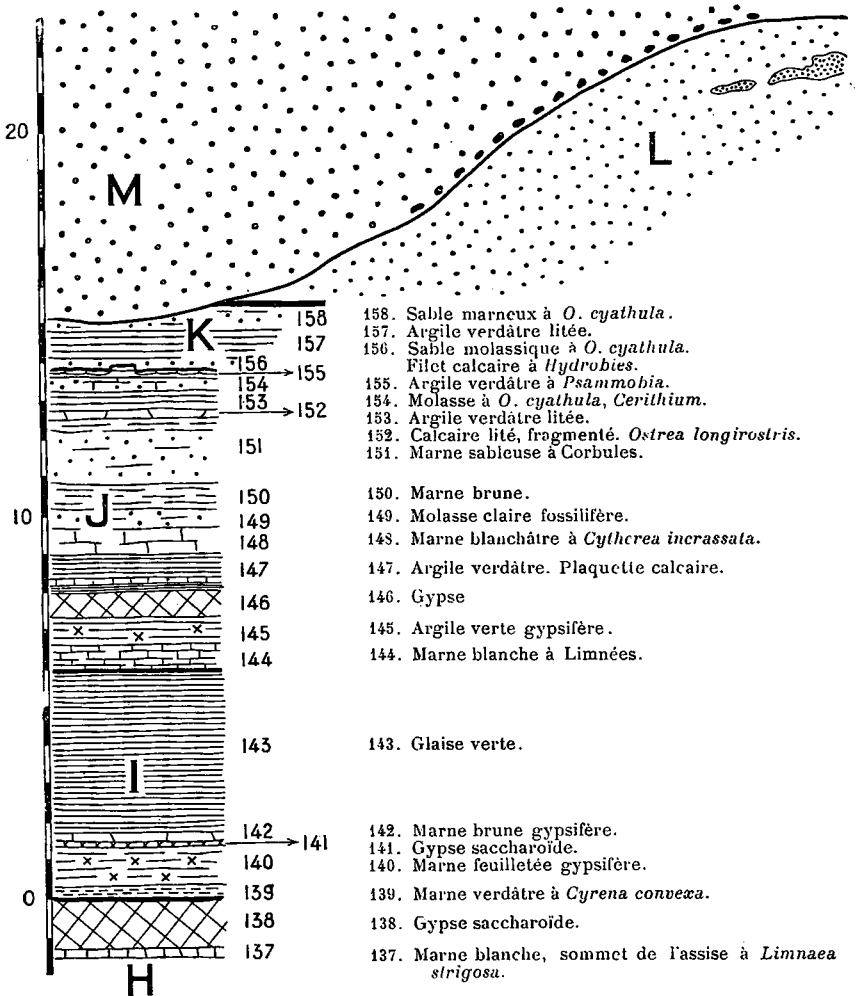


FIG. 1. — COUPES D'ARGENTEUIL ET DE CORMEILLES (Sommet).

Le numérotage est celui de Dollot.

Les notations en capitales sont celles du texte.

Quelques Mélanies et Hydrobies, espèces limniques d'ailleurs stampiennes d'après les désignations faites, ne peuvent être retenues<sup>1</sup>.

Par-dessus, la Glaise verte présente son banc si constant dans la Région parisienne.

J. Assise de Sannois (7 m.), comprenant à Argenteuil :

1. Marnes sableuses et gypsifères (n° 144-7 de la coupe de Dollot), avec plaquettes calcaires.

2. Molasse de Sannois ou Marne à Cythérées, laguno-marine. Aux trois espèces précédentes s'ajoutent :

*Modiola Brauni* COSSM. (*M. angusta* BRAUN), cité par Dollfus et mis en doute par Cossmann et Lambert, parce qu'espèce de Hochheim, niveau élevé de l'Oligocène ;

*Cardium scobinula* MER., qui se retrouve à Jeurs et plus haut ;

*Cytherea incrassata* BRONG., qui occupe tout le Stampien et se retrouve dans le Rupélien de Mayence ;

*Donax Brongniarti* DESH. (?) ;

*Corbulomya triangula* NYST, du Tongrien belge, qui est aussi connu à Jeurs à côté de *C. Nysti* dont il est très voisin ;

*Melania Nysti* DUCH., de tendance limnique, d'ailleurs espèce rupélienne qui paraît se retrouver à Pierrefitte (var. *Leroyi*) ;

*Cerithium Weinkauffi* TOURN. (*C. elegans* DESH.), qui est assez abondant à Jeurs.

Citons pour la forme *Planorbis depressus*, qui se retrouve dans le Rupélien belge, une *Hydrobia* plus ou moins voisine de *H. Dubuissoni* (type du Stampien supérieur) et les *Nystia*. *N. Duchasteli* et *N. plicata* sont souvent donnés pour caractéristiques du Sannoisien et peuvent l'être si on élargit le concept de cet étage dans un sens continental : mais elles se trouvent dans le falun de Jeurs, et la première même à Pierrefitte. Ces formes limniques ne comptent pas.

3. Marne sableuse à *Corbula subpissum* (n° 150-1).

4. Argile sablonneuse (152-3), où apparaissent les deux Huitres :

*Ostrea cyathula* LK. (inclus *O. linguatula* LK.), qui va se répandre dans tout l'Oligocène ;

*O. longirostris* LK. (inclus *O. callifera* LK.), fossile qui paraît occuper la même situation, à peu près, dans le Midi de la France ; qui d'autre part monte dans le Cyrenenmergel.

Les grandes Huitres de cette dernière espèce constituent un petit banc calcaire très constant.

5. Marne sableuse (154-5) à faune voisine de Jeurs affirmée par de nouvelles acquisitions :

1. G. Dollfus a publié (Carte géol. n° 110) des listes de Mollusques lacustres des terrains en question. Notons pour ce qui concerne son Sannoisien, que *Planorbis planulatus* et *Melania (Striatella) Nysti* vont dans les sables de Berg, et que *Limnaea minor* est une espèce aquitanaïenne. Par contre, *Str. muricata* et *barjancensis*, et *Limnaea longiscata* var. *ostrogallica* peuvent peut-être définir le faciès continental du Lattorfien. Ces citations paraissent se rapporter aux marnes vertes et blanches de la base du Calcaire de Brie.



*Natica crassatina* DESH., *N. achatensis* RECL., *Bayania semidecusata* LK., *Cerithium conjunctum* DESH., *C. trochleare* LK., *Bittium sublima* ORB., *Voluta Rathieri* HER., etc.

6. Plaquette à Hydrobies : virtuelle à Frépillon, mince à Argenteuil, c'est à Montmartre la « Marne à Paludines », n° 5 de la coupe de Brongnart.

Munier-Chalmas a montré l'équivalence à cette assise du Calcaire de la Brie qui la remplace vers le Sud. Il convient de préciser. En partant d'Argenteuil on voit se développer des filets lacustres en trois points : à la base de l'assise, en liaison avec la Glaise verte : lits 144 et 147; entre la molasse à Cythérées et les grandes Huîtres, non à Argenteuil, mais au Mont-Valérien, où Dollfus les a reconnus; enfin au sommet, plus haut que les grandes Huîtres. J'ajouterai qu'à Argenteuil ce sont ici des plaquettes un peu dérangées par le sable à petites Huîtres superposé.

Vers le Sud les intercalations inférieures et moyennes se multiplient tandis que la Molasse de Sannois s'évanouit. A Juvisy, où les Marnes vertes sont un repère fidèle, il n'y a entre celles-ci et le banc à *Ostrea longirostris* qu'un seul calcaire lacustre : il est issu de la fusion des plaquettes, multipliées aux dépens du faciès marin dont l'extension est circonscrite. Au contraire les grandes Huîtres persistent avec du calcaire à Milioles, et par-dessus les plaquettes lacustres terminales : celles-ci de leur côté se soudent en la Marne de Longjumeau, superposée aux grandes Huîtres. On connaît *Ostrea longirostris* de Neauphle à Lagny, sur une soixantaine de kilomètres. Au Sud de Longjumeau ce fossile disparaît, on ne trouve plus qu'un seul calcaire, dit de Brie, épais de 7 à 9 m. entre Marnes vertes (I) et Marnes à petites Huîtres (K).

**K. Marnes à petites Huîtres, *Ostrea cyathula* (2 à 3 m.).** Marne à Corbules d'Herblay et gîte de Frépillon. Aux espèces antérieures s'ajoutent beaucoup de fossiles stampiens :

*Cardium DeFrancei* DESH., *Trochus subcarinatus* LK., *Bachytrema Boblayei* DESH., etc.

Les gîtes de Montmorency, celui de la Ménagerie à Versailles sont de cet horizon, ou très peu après; on y trouve aussi :

*Pectunculus angusticostatus* LK., *Trochus subincrassatus* D'ORB., *Neritina Duchasteli* DESH.

**L. Sables de Fontenay (4-5 m.),** définis par Charles d'Orbigny comme étant sous la masse des sables dits de Fontainebleau. Ce sont surtout des sables roussâtres micacés, qu'on évitera de confondre avec de simples aspects de rubéfaction. A Cormeilles, à la même place le sable reste blanc avec grès imparfaits à faune de Jeurs; elle s'enrichit de :

*Pectunculus obovatus* LK., *Corbula Henckeliusi* NYST., *Buccinum Gossardi* NYST.

Par-dessus vient la masse principale des Sables supérieurs, que nous reprendrons plus loin.

## LA QUESTION OLIGOCÈNE : LIMITE INFÉRIEURE.

Les plus récents travaux font distinguer au-dessus du Lutétien deux zones de Nummulites <sup>1</sup> :

Z. à *Num. variolarius*. Couches de Bracklesham supérieures en Angleterre. Sables de Lède en Belgique. Sables de Beauchamp et de Cresne, ceux-ci du moins pour partie.

Z. à *Num. wemmelensis* ou *Orbignyi*. Couches de Barton. Sable de Wemmel et Argile d'Assche = Horizon à *Pholadomya ludensis* et couches qui l'accompagnent, ici sans Nummulites.

Ce parallélisme admis, du moins en gros, nous considérons d'autre part que le Bartonien a été défini par Mayer-Eymar (1857) englobant toutes ces couches. En haut de l'étage, le Sable de Long Mead End (Headon Hills) est considéré comme synchrone de notre horizon à *Pholadomya*. Or par-dessus dans le Hampshire viennent les Headon Beds, mises en parallèle avec notre Gypse et ses marnes, contenant en fait des fossiles communs, Mollusques et Mammifères. Mais le faciès lagunaire est rebelle au classement stratigraphique.

En Belgique les choses vont autrement. Le Bartonien est suivi de nouvel étage marin, le Tongrien équivalent du Lattorfien allemand, qui est le premier terme de l'Oligocène et s'affirme par un grand renouvellement de faune.

Le problème si discuté de la limite inférieure de l'Oligocène consiste à rechercher la première couche parisienne qui puisse être contemporaine de ce renouvellement.

Deux thèses se sont dès le début heurtées. Dumont (1831) plaçait notre Gypse en regard de l'assise de Tongres, d'où sa place dans l'Oligocène de Beyrich. Hébert au contraire (1865) fit succéder ces deux termes pour débiter l'Oligocène français au-dessus du Gypse. Les raisons qu'il invoquait : superposition du Gypse à *Pholadomya ludensis*, caractère de ses Mammifères et ses équivalents lacustres à faune de Saint-Ouen, n'ont d'ailleurs aucune portée ; la question est de connaître la date d'apparition d'une faune marine. Les auteurs ont oscillé entre ces opinions aux détails près, ou pris un moyen terme en coupant le Gypse, comme l'a proposé Rutot ; ou bien, forçant la note, ont pris pour inaugurer notre Oligocène les Marnes à Huîtres, synchronisées à faux dans l'ensemble du bassin.

1. On fait bien de l'honneur à ces petites Nummulites. Munier les croyait associées dès la base des Sables moyens, à Luzancy. *B. S. G. F.*, 4-VI, p. 506, et *in DE LAPPARENT*, 4<sup>e</sup> éd., p. 1457 ou 5<sup>e</sup>, p. 1535.

En France, Dollfus a combattu pour l'âge oligocène du Gypse, par-dessus la Marne à Lucines, et ramené à cette opinion la plupart des auteurs, jusqu'à de Lapparent en 1906. Mais à ce moment même J. Boussac revenait au Gypse éocène, pour inaugurer l'Oligocène avec les Marnes supra-gypseuses : il réussit à imposer ce classement, passé dans les Traités de Haug à Gignoux, malgré les protestations de Dollfus. Pourtant sauf rectification des équivalences de Headon, c'est à ce dernier que nous allons donner raison<sup>1</sup>.

De Monceau à Sannois, à coup sûr l'un éocène, l'autre oligocène, il est une soixantaine de mètres de couches très pauvres, lacustres ou lagunaires à faune résiduelle. On voit s'éteindre la faune éocène. Peu importe que *Lampania echidnoides* et autres s'attardent : ce ne saurait prévaloir devant les apparitions de nouvelles espèces, dès qu'elles vont se manifester. Elles le font avec beaucoup de discrétion, par suite du faciès, et cette considération suffit à ébranler l'argumentation de Boussac : nous concevons un gypse palustre à faune restée éocène, contemporain d'une faune marine oligocène.

Mais en serrant de plus près la question, on recueille des données positives. Étant admis que la Marne à Pholadomyes ne possède pas de fossile oligocène, il y en a par contre, sans conteste, dans la Marne à Lucines, quelques mètres plus haut. Puis ces espèces se multiplient, chaque fois que le faciès le permet, pour enfin s'épanouir dans un sable franchement marin. Le gros de la faune oligocène tenu à l'écart des lagunes, seuls quelques éclaircisseurs purent d'abord y pénétrer.

La démarcation la plus légitime entre couches éocènes (Bartonnien) et couches d'affinités oligocènes (Lattorfien) se place donc entre les horizons à *Pholadomya ludensis* et à *Lucina inornata*, dans la Basse-masse du Gypse. La partie essentielle du Gypse, avec la faune de Montmartre à *Palaeotherium*, est oligocène et se classe dans le Lattorfien ou Tongrien.

Comment d'autre part limiter le Lattorfien du Rupélien ? En Belgique il s'interpose un terme spécial, le Hénisien (Bautersem, Henis, Vieux-Jones), auquel on ne peut manquer de comparer notre Sannoisien ; la concordance paraît hautement probable. On ne peut trancher du classement de ce Hénisien, placé dans l'un ou l'autre étage ou partagé entre eux. Ici, comme dans le Bassin de Paris, les types caractéristiques manquent par suite

1. P. COMBES. *Géol. Rég. paris.*, 1908, a maintenu le Gypse dans le Lattorfien ; mais il conserve en dessous un Ludien réduit, et en dessus un Sannoisien, comme étages indépendants.

du faciès. Par-dessus, dans les deux cas, les premières couches marines franches sont du Rupélien inférieur (Jeurs en France, Berg en Belgique) : ces assimilations sont adoptées en dernière analyse par M<sup>lle</sup> Alimen.

Dans l'incertitude, il paraît préférable de tracer la limite d'étages à la base de la Molasse de Sannois. Après le régime des grandes lagunes couvrant tout le bassin, celle-ci marque le début d'une transgression marine, hors de laquelle le régime est seulement lacustre. Il y a comme une rupture d'équilibre digne d'asseoir une coupure, à défaut d'autre argument.

#### PROLONGEMENT DE LA SÉRIE PARISIENNE VERS ÉTAMPES.

En passant au Sud de Paris, les faciès continentaux se développent aux dépens des faciès marins, en dessous et en dessus du Stampien.

Les Sables moyens, devenus marneux et gypsifères, sont réduits à des filets marneux sous et dans un calcaire à faune de Saint-Ouen, qui fait une quinzaine de mètres. L'horizon à Pholadomies s'efface, mais se perçoit encore à Corbeil pour séparer le Calcaire d'Essonne (ou de Champigny), 25 m. équivalents des 40 m. de Gypse. Il est à son tour surmonté de 10 m. de marnes vertes et blanches à *Nystia Duchasteli*.

Jusqu'à Corbeil et Montlhéry on suit le lit à Cyrènes à la base d'une Glaise verte très uniforme : elle est couronnée de 7 m. de Calcaire de la Brie, que nous avons vu remplacer notre assise de Sannois.

C'est ainsi que les couches subordonnées aux sables marins oligocènes se suivent vers Étampes. La série de ces sables est connue, par les études de Hébert, Tournouër, St. Meunier, J. Lambert, M. Cossmann, G. Dollfus ; par la monographie de M<sup>lle</sup> Alimen à laquelle je renvoie — sauf les points d'interprétation qui vont être spécifiés. Sur le Calcaire de la Brie, noté J, on a :

**K. Molasse d'Étréchy** (3-4 m.), considérée comme faciès latéral des Marnes à Huîtres, avec même faune et en outre :

*Nummulites Bezanconi* TOURN.

**L. Faluns de Jeurs et de Morigny** (4 m.), avec nouvelles acquisitions telles que :

*Avicula stampinensis* DESH., *Pectunculus obovatus* I.K., *Lucina tenuistriata* HEB., *Syndesmya elegans* DESH., *Corbula Henckeliusi* NYST, *Buccinum Gossardi* NYST.

Avec J. Lambert, nous plaçons une coupure, régionale mais fort

importante, au-dessus de ces faluns. Elle est imposée par la Stratigraphie, et confirmée par la Paléontologie : beaucoup d'espèces s'éteignent sans passer au-dessus (*Cardium DeFrancei*, *Lucina tenuistriata*, *Trochus subcarinatus*, *T. subincrassatus*), ou disparaissent au bout de quelques mètres (*Syndesmya elegans*, *Pect. angusticostatus*, *Cer. Weinkauffi*). Et nous allons assister à de nouvelles apparitions, d'intérêt capital.

**M. Sables de Vauroux** et d'Étampes-Saint-Antoine (Sables à Corbulomies), avec galets d'Étréchy. Faune mixte réduite, mais enrichie d'une bonne espèce :

*Potamides Lamarcki* BRONG.

**N. Sables de Pierrefitte** et de Vaudouleurs, avec galets de Saclas. Très importantes nouveautés, de caractère méridional :

*Cardita Bazini* DESH., *Venus Aglaurae* BRONG. (*V. Loewyi* ST. MEUN.), *Cerithium Charpentieri* BAST.

A quoi s'ajoutent *Pot. Lamarcki*, déjà cité, et tout un contingent d'endémiques.

Je maintiens sur cet horizon le gisement de Darvault près Nemours, à faune appauvrie en liaison avec une situation latérale et la proximité de faciès lacustre. Reculer plus bas ce gisement serait aller à l'encontre de la Stratigraphie.

**O. Sables d'Ormoïy**, également appauvris au sommet du Stampien, tout en conservant *Cardita Bazini* (qui manque à Darvault). L'abondance de *Pot. Lamarcki* atteste une tendance saumâtre ; une seule apparition à signaler :

*Bachytrema abbreviatum* BRAUN, du Rupélien allemand.

J'ai décrit la phase dunaire, déjà reconnue par G. Dollfus au sommet de l'assise ; description reprise en détail par M<sup>lle</sup> Alimen.

L'ensemble M à O fait une quarantaine de mètres à Étampes.

**P. Calcaire d'Étampes**, lacustre (12 à 15 m.).

Il n'y a plus désormais aucun terme marin, et les couches lacustres suivantes rentrent dans l'Aquitainien : **Calcaires de la Beauce**<sup>1</sup>.

## STAMPIEN INFÉRIEUR ET STAMPIEN SUPÉRIEUR.

Dans l'ensemble des faunes, trop homogènes pour une distinction d'étages, les listes de Tournouër, de Cossmann font pourtant apparaître un contraste entre une partie inférieure (Jeurs-Morigny) et une supérieure (Pierrefitte-Ormoïy).

Nous avons d'importantes espèces de la première qui ne passent pas dans la seconde ou s'éteignent à sa base ; et par contre l'apparition de formes méridionales d'une haute impor-

1. Certaines publications persistent à donner ce nom au Calcaire d'Étampes, désignation que j'ai réfutée (*Rég. orl.*, p. 158). Le contraste qu'on a signalé entre les plateaux, d'une part autour de Paris, de l'autre au Sud d'Étampes, n'est pas différence de faciès, mais différence d'âge.

tance. Quant à tracer une limite précise, nous ne pouvons compter sur la Paléontologie : le gîte de Vauroux n'a qu'une cinquantaine d'espèces, la plupart indifférentes ; et si quelques coquilles du dessous se maintiennent, l'apparition à Saint-Antoine de *Potamides Lamarcki* neutralise cette survivance. On objectera qu'il s'agit de rareté, mais un tel argument peut servir dans les deux sens.

À défaut de la Paléontologie, qui est à la merci d'une récolte nouvelle, il y a par contre de solides raisons stratigraphiques pour affecter ce gisement au Stampien supérieur, je les ai déjà données, et j'y reviens plus loin.

Ces deux subdivisions, d'extensions assez différentes jusqu'à se séparer par un ravinement de discontinuité<sup>1</sup>, ont d'autres affinités fauniques : la première avec les bassins septentrionaux, Belgique, Allemagne ; la seconde avec le Midi. Sans doute au Stampien supérieur y a-t-il eu communication par la Manche et l'Atlantique avec l'Aquitaine, et non avec la Belgique ni l'Allemagne ; vers le Nord, les sables stampiens se réduisent et se caractérisent comme de la subdivision inférieure, l'extension au-dessus paraissant bloquée par du faciès lacustre.

Au contraire on pense jalonner par ce Stampien inférieur, dont les derniers témoins sont au Sud de Compiègne (gîte de Saint-Christophe), la liaison vers les Sables de Berg, le Rupélien inférieur de Belgique. Mais M<sup>lle</sup> Alimen pose une objection très grave : des espèces stampiennes bien typiques comme *Natica crassatina* et *Bachytrema Boblayei* ne sont pas connues en Belgique. Toutefois ces deux espèces sont à Mayence. Sans plus développer ce sujet, nous préférons faire appel à des différences de station, plutôt qu'invoquer une barrière absolue, en opposition avec l'invasion progressive des types oligocènes septentrionaux.

#### LA COUPE DE CHAGRENON.

Les Sables d'Étampes ne sont guère visibles qu'à la faveur de terrassements, carrières ou fondations, plus ou moins transitoires. En particulier pour les horizons inférieurs, aucune des anciennes coupes ne se peut aujourd'hui retrouver, et leur utilisation dépend de la confiance accordée à leur inventeur. Il importe en tout cas de fixer les coupes de détail visibles à chaque instant

1. A noter qu'à cette même place, les géologues belges ont reconnu un ravinement entre assise de Berg et de Boom.

avec la plus grande précision. Je vais le faire pour l'une d'elles, fort importante, déjà observée par M<sup>lle</sup> Alimen en 1930 et publiée par elle, figure 2 : je reprends cette coupe d'après mes visites faites en 1938, ce lieu étant devenu impraticable.

Plusieurs carrières ont été ouvertes au Nord d'Auvers-Saint-Georges, quartier de Chagrenon. Les exploitations actuelles, en direction du Moulin, n'ont pas d'intérêt : le Calcaire de la Brie est ici recouvert d'un dépôt alluvial quaternaire de quelques mètres, remaniant les formations stampiennes y compris leurs fossiles. Seule compte — ou plutôt comptait, car elle est abandonnée, en voie de comblement — une autre carrière au Sud-Est, dans l'angle des routes du Moulin et de Gillevoisin, partie la plus élevée de ce groupe d'exploitations.

Ici le Calcaire de la Brie, compact mais fissuré, traversé de

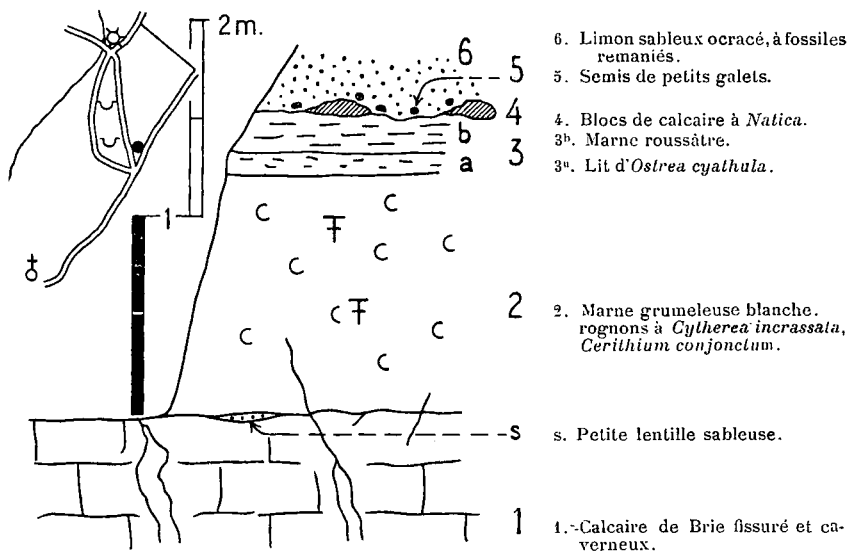


FIG. 2. — COUPE A CHAGRENON.

A gauche, implantation de cette coupe marquée par un point entre l'Église d'Auvers et le Moulin de Chagrenon.

petites cavités à signification carstique, s'élève au-dessus de la terrasse quaternaire ; il supporte une assise marneuse qui apparaîtrait, à un examen superficiel, comme faciès d'altération, mais dont la signification est tout autre. Les fossiles que j'y ai trouvés en place : *Ostrea cyathula*, *Cytherea* sp., *Cerithium conjunctum*, ne laissent pas de doute à cet égard. D'ailleurs, à la face basale

de cette couche, elle aussi dérangée par les actions carstiques, j'ai observé des filets lenticulaires de sable marneux. Au sommet, un lit à petites Huîtres porte un calcaire sablonneux plus fossilifère, avec *Natica crassatina*, faciès classique d'Étréchy qui m'a été montré en place, à l'Est d'Auvers-Saint-Georges, par M<sup>lle</sup> Alimen : il est en ce dernier point sous un lambeau de l'horizon de Jeurs. A Chagrenon au contraire, ce calcaire est disloqué, réduit à de petits blocs à la base du limon quaternaire : base marquée par un semis de gravier et petits galets, et par le remaniement de quelques fossiles stampiens.

Il importe de ne pas confondre ce gravier avec les cordons de galets stampiens. Ces galets ont été repris à la base du limon, mais avec mélange des grains de quartz provenant de l'ancienne couverture miocène du plateau (Assise dite de Lozère, ou de Sologne).

La coupe de Chagrenon ne montre aucune émerision entre le dépôt de Brie et celui de la première couche stampienne : au contraire, la simple irruption d'eau marine dans un lac, d'où changement de la faune. Tout ce qu'on voit à Chagrenon sur le Calcaire de la Brie représente les 3 m. de Molasse d'Étréchy, qui occupe la même situation à l'Ouest du lieu.

#### RAVINEMENT ET CORDON DE GALETS DE SAINT-PHALLIER.

L'existence de ravinements avec cailloutis au sein de la formation stampienne a été reconnue par Tournouër, mais c'est

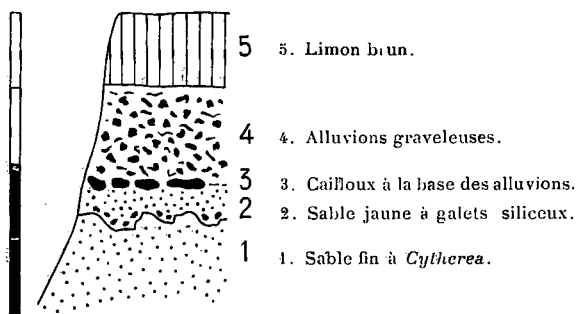


FIG. 2. — PETITE EXPLOITATION A MORIGNY.

J. Lambert qui a mis en évidence une phase de ravinement de premier ordre, par-dessus l'horizon de Morigny. A Saint-Phallier près d'Étréchy, et vers Jeurs, ce savant a vu le falun de Morigny raviné sur 1 m. par le cailloutis de base du sable super-



posé. J'ai vu en 1937 la même disposition, à proximité immédiate de l'ancien gîte de Morigny.

Entre le sable de Morigny et le remaniement alluvial, il subsiste un peu du sable à galets, dit d'Étréchy (ne pas confondre avec la molasse du même nom) : ce sable à galets est séparé suivant un ravinement irrégulier, d'apparence continentale.

Je ne connais pas de tels galets dans les faluns de Jeurs et de Morigny ; ils sont toujours dessus<sup>1</sup>. Par contre, ils s'élèvent beaucoup plus haut, dans le sable de Vauroux, dans celui de Pierrefitte où ils constituent le cailloutis de Saclas. Il n'est donc pas question de prendre tel des nombreux cordons comme signe d'un ravinement particulier, ni d'une transgression. Le ravinement de Saint-Phallier est de tout autre signification. Il représente un phénomène général, qu'on retrouve en d'autres parties du bassin.

J'ai montré qu'à Baulne, près la Ferté-Alais, ce ravinement avait traversé tout le Stampien, jusqu'au Calcaire de la Brie<sup>2</sup>. Dans la vallée de l'Yerre, il traverse à son tour le Calcaire de la Brie : Tournouër précise qu'un sable équivalent de Vauroux repose sur la Glaise verte.

Autour de Montlhéry, G. Dollfus a vu le Stampien supérieur — nous voulons dire : postérieur à Morigny — reposer également sur le Calcaire de la Brie. Entre les environs de Paris et ceux d'Étampes, une étendue d'une vingtaine de kilomètres est privée de Stampien inférieur, et le sable consécutif transgresse sur le Sparnacien, puis la Craie du bombement de la Rémarde. Les dispositions sont comparables, en moindre, du côté de Mantes.

Vers le Sud-Est, j'ai montré la transgression du Stampien supérieur autour de Nemours : des sables calcarifères à *Ostrea cyathula* et *Natica crassatina*, qu'on avait pris pour horizon d'Étréchy, s'affirment de Pierrefitte par *Cardita Bazini* et *Potamidés Lamarcki* ; la similitude de faciès est due au retour de mêmes conditions. Ce Stampien supérieur passe du Calcaire de la Brie sur celui de Château-Landon (c'est-à-dire de Champigny), fortement raviné.

Régressif au Nord, le Stampien supérieur est au contraire

1. Je considère les galets de ce type rencontrés au gisement de Jeurs comme un mélange d'époque quaternaire. Ceci est bien entendu écrit en l'état actuel de mes connaissances, et sans préjuger de futures découvertes.

2. *Rég. orl.*, p. 161. J'attribue le calcaire de Baulne signalé par Goubert à l'horizon d'Étréchy ; tandis que le gisement de Longueville avec *Pol. Lamarcki* est de l'assise de Vauroux ravinante. — Sur ces gisements, voir ALMBEN, *op. cit.*, p. 151.

transgressif au Sud : on reconnaît, de part et d'autre de Paris, un mouvement de bascule qui termine la subsidence parisienne pour inaugurer la subsidence orléanaise.

J'admets un effet atténué de cette phase autour de Paris. A Romainville, sous un sable gréseux que j'attribuerai, avec R. Soyer, à l'horizon de Vauroux, il y a, d'après Dollfus, un petit ravinement avec galets de Brie. A Argenteuil, les marnes à petites Huitres sont ravinées, sur toute leur épaisseur, par un sable quartzeux pur (FIG. 1) ; non loin de là, à Cormeilles, une

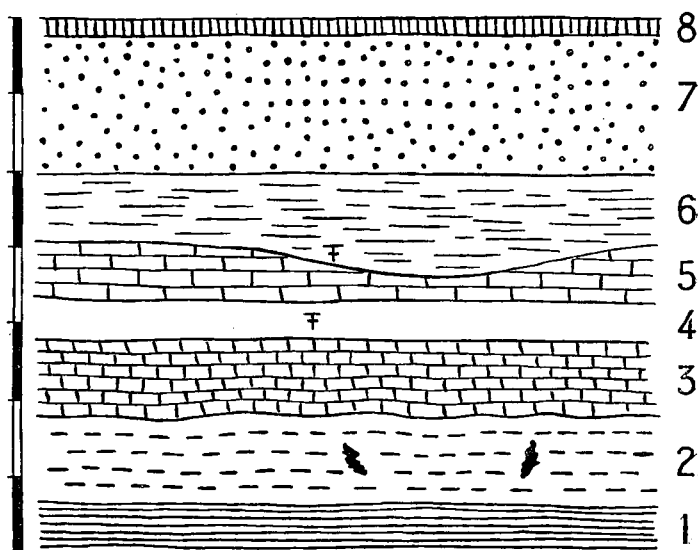


FIG. 4. -- COUPE A BAGNEUX, d'après A. Laville.

8. Terre végétale.
7. Sable quartzeux.
6. Marne jaunâtre à *Ostrea cyathula*.
5. Calcaire à *Cytherea* et *Cerithium*.
4. Marne brune à *Ostrea longirostris*.
3. Calcaire à *Cytherea*, *Cerithium* (Milioles).
2. Calcaire cristallin à rognons siliceux.
1. Marnes vertes.

telle discontinuité s'élève 7 m. plus haut, par-dessus un horizon de Jeurs (lui aussi gréseux), et marquée par un semis de galets siliceux ; M<sup>lle</sup> Alimen a donné cette coupe, fig. 25. A défaut de ravinement par émerision, qui ne s'impose pas, j'invoquerai les courants marins ; on peut en tout cas dater ces dispositions au voisinage de la phase de Saint-Phallier, et en liaison avec elle.

ASPECTS DE RAVINEMENT,  
HORS LA PHASE DE SAINT-PHALLIER.

Autour d'Étampes, il y a bien des recouvrements de lits dans la masse des Sables de Pierrefitte, avec des lits de galets dont le type a été donné par Dollfus à Saclas. Il n'y a pas ici apparence d'émergence, mais œuvre des courants marins. Ni ces entrecroisements, ni ces galets n'impliquent la proximité du rivage. Ce ne sont pas de vrais ravinements, qui supposent l'interposition d'épisodes continentaux ; au contraire ce mot de ravinement convient à la phase de Saint-Phallier, qui de Morigny s'étend par transgression à de grandes distances.

Autour de Paris, on peut voir de ces recouvrements à tous niveaux. Tel est sans doute celui observé à Bagneux par A. Lavoille au sein des couches à Huîtres ; je reproduis la coupe résultant des indications aimablement communiquées par ce géologue.

LES RIVAGES STAMPIENS.

J'ai antérieurement publié un tracé du rivage stampien extrême, pour la seule partie qu'on puisse préciser, entre Nonancourt et Pont-sur-Yonne. Je soutiens l'unité de cette ligne, qui partout est du Stampien supérieur en transgression marquée ; elle dessine la dernière et plus grande mer stampienne, au moment où elle va se transformer en champ de dunes.

Sur les mêmes données, M<sup>lle</sup> Alimen suit mon tracé à l'Ouest d'Auneau, et à l'Est de Beaune-la-Rolande. Mais dans l'intervalle, d'après elle, le Stampien supérieur se reporte en arrière, contre les principaux cailloutis qui en suivraient le littoral. Le tronçon intermédiaire serait une avancée locale du Stampien inférieur — dans lequel, ne l'oublions pas, l'auteur range Vauroux.

En fait, les cailloutis n'apparaissent pas spécifiquement littoraux ; ils sont noyés dans la masse sableuse, n'atteignent pas son sommet, et sont latéralement remplacés par elle, vers le Sud-Sud-Ouest. Le schéma donné par M<sup>lle</sup> Alimen, figure 17, illustre très bien cette disposition. La stratigraphie place le fond du golfe dans l'assise de Pierrefitte, comme ces galets eux-mêmes.

A supposer que tel cordon ait constitué un littoral isolé en pleine extension des sables, celui-ci aura été débordé à l'instant d'après.

J'ai jalonné ces cordons. En venant de l'Ouest, on les voit collés au rivage constitué par des relèvements de la Craie qui a fourni les galets, jusqu'à Auneau. Alors, au défaut de ce relè-

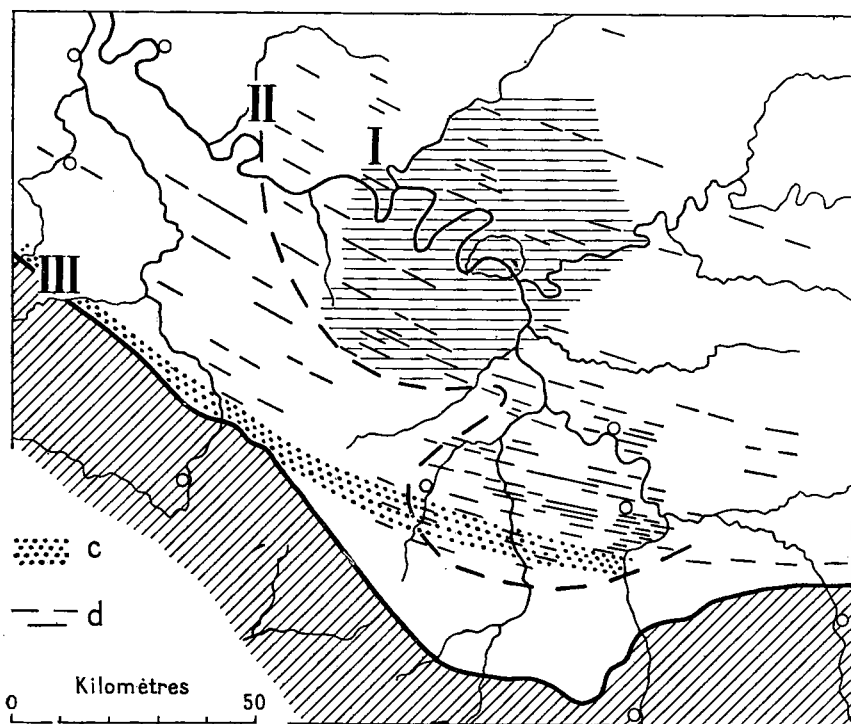


FIG. 5. — EXTENSION DU STAMPIEN MARIN.

- I : Marnes à grandes Huitres (barré horizontal).
- II : Limite du Stampien inférieur (ass. de Jeurs).
- III : Limite du Stampien supérieur (ass. de Pierrefite).
- c : Cordons de galets.
- d : Alignements de grès.

ment, le rivage se dérobe en avant; les cordons le quittent pour se lancer en flèche, en pleine extension, vers Saclas, Boissy et Nemours. La réduction des galets sur ce trajet est significative, ils finissent par s'éteindre, comme pulvérisés.

#### LA QUESTION OLIGOCÈNE : LIMITE SUPÉRIEURE.

Le sommet du vrai Stampien est inconnu, comme sa base, par suite de transformation continentale. Cette fois, le changement de faciès est brusque; il se fait par interposition d'une phase,

TERMES USUELS		HAMPSHIRE	BASSIN DE PARIS LACUSTRE                      MARIN	BELGIQUE	RÉGIONS RUÉNANES	ALLEMAGNE
MIOCÈNE : BURDIGALIEN INF.			Marnes de l'Orléanais			
O L I G O CÈ N E	AQUITANEN		Calc. de Beauce sup. Pithiviers			
	CHATTIEN		Calc. de Beauce inf. Voise	Bonnelles, Voort	Couches à Hydrobies et à Corbicules	Cassel
	RUPÉLIEN	STAMPIEN	Calc. d'Étampes La Ferté-Alais Calc. du Gâtinais	Ormoy Sables de Pierrefitte Vauroux	Argile de Boom	Argile à septaria
	LATTORFIEN	TONGRIEN	Hempstead	Brie	Morigny, Jeurs Elréchy Sannois	Berg Vieux-Jons, Ilénis
		Bembridge	Marnes vertes Marnes blanches Marnes bleues Gypse sup <sup>r</sup>	Baultersem	Couches pétrolifères de	(Frohnstetten) Sables de
		Headon	Champigny	Naerepen Tongres	Pechelbronn	Lattorf
		Hordwell	Gypse moy <sup>n</sup> <i>Luc. inornata</i>	Vliermaël		
ÉOCÈNE	BARTONIEN	Long-Mead-End Barton	<i>Phol. ludensis</i> Monceau Cresne	Assehe Wommel		
	LUTÉTIEN	White-Cliff	S <sup>t</sup> -Ouen Beauchamp	Lède		
		Calc. à <i>Plan. pseudoammonius</i>				

dunaire pour nous, qui est brève au sens géologique. Après quoi s'est établi le lac d'Étampes et de Montmorency.

Le désir de retrouver ici un Oligocène supérieur a conduit les auteurs à prendre pour tel ce lacustre ; on a même pu lui joindre l'horizon d'Ormoy, sans cependant justifier d'aucun fossile. Quand de plus s'est implanté en France le terme de Chattien — autre étage fâcheux, dont tout le monde parle, que personne ne paraît connaître — on a appliqué ce nom à l'ensemble : horizon d'Ormoy et Calcaire d'Étampes.

On a ajouté d'ailleurs une grave erreur, malgré les équivalences que donnent les Mammifères, en assimilant à cette dernière assise le Calcaire blanc de l'Agenais, qui en fait est postérieur et rentre dans l'Aquitaniens. Je ne reprendrai pas cette question, l'ayant déjà traitée ; mais je dois enregistrer une nouvelle interprétation de cet énigmatique Chattien.

On le tenait pour indépendant de l'Aquitaniens, sa faune n'étant pas celle qu'on rencontre en Aquitaine. Ce dernier étage est lacustre dans le Bassin de Paris, représenté par le Calcaire de la Beauce, superposé au Calcaire d'Étampes. Et c'est la nécessité de trouver un Chattien entre le Stampien marin et l'Aquitaniens qui a déterminé l'affectation courante : synchroniser le Chattien au Stampien supérieur lacustre. Notons que rétabli en Aquitaniens inférieur, le Chattien redevient l'époque à *Helix Ramondi*.

Mais M<sup>lle</sup> Alimen établit que la faune d'Ormoy est un simple résidu de Pierrefitte, qu'elle n'en saurait être séparée et n'a pas le moindre caractère chattien. Ensuite, « il n'est pas démontré que le Chattien soit différent de l'Aquitaniens » : or c'était déjà l'opinion de Mayer, qui plaça Cassel dans son Aquitaniens inférieur<sup>1</sup>. La faune diffère, sans doute, mais il faut considérer l'éloignement des bassins, désormais privés de communications directes. Le Chattien peut très bien être un type nordique de l'Aquitaniens inférieur, et cette solution supprimerait bien des difficultés, réduirait des divergences irritantes. L'hypothèse est belle, je l'introduis dans le tableau de synchronisme qui résume cette étude.

#### CONCLUSIONS CONCERNANT LE CLASSEMENT.

Jusqu'à ces derniers temps, j'avais fait confiance aux idées qui avaient triomphé en France, savoir le rattachement du Gypse au Bartonien, son antériorité à la transgression oligocène de

1. Déjà A. d'Orbigny pensait ainsi ; il met Cassel avec le futur Aquitaniens dans le Falunien s. s., et non dans le Stampien.

CLASSEMENT DE QUELQUES FORMATIONS CONTINENTALES

ÉTAGES		B. DE PARIS (SUD)	B. DE LA GARONNE	GARD, PROVENCE	Classement antérieur
AQUITANIE CHATTIEN	SUP.	Calc. de Beauce sup. Pithiviers, Selles-s.-Ch. (Hor. de S <sup>t</sup> -Gérand)	Calcaire gris Laugnac <i>Helix Tristani</i>	Calc. d'Eguilles Argiles et de la Trévarresse à <i>Pot. submargaritaceus Helix Ramondi</i> Sable des Figous	
	INF.	Calc. de Beauce inf. Voise, la Neuville (Hor. de Gannat)	Calcaire blanc Paulhac <i>Helix Ramondi</i>		
RUPÉLIEN STAMPIEN	SUP.	Calc. d'Étampes Calc. (Hor. de Cournon) du la Ferté-Alais Gâtinais	Calc. de Cieurac la Milloque Mol. de l'Agenais Villebramar	Gypse d'Aix, Calc. de Piédaultry Arg. de <i>Pot. rhodanicus</i> S <sup>t</sup> -André	CHATTIEN
	INF.	Calc. de Brie (Hor. de Ronzon)	Calc. de Touraine Monts Poulaine, la Chappe	Calc. de Luyne et de l'Estaque <i>Nystia Duchasteli</i> Célàs Calc. Argile la Débruge de S <sup>t</sup> -Zacharie	SANNOSIEN
LATTORFIEN TONGRIEN	SUP.	Marnes vertes et blanches Calcaires	Calcaires à <i>Palaeotherium</i>	S <sup>t</sup> -Pons à <i>Palaeotherium</i>	LUDIEN BARTONIEN
	INF.	Calcaires de Berry Champigny et du Ch. Landon Poitou	<i>Planorbis crassus</i> Calc. et Gypses <i>Bulimus laevolongus</i>	Faune d'Euzel à <i>Palaeotherium</i> <i>L. longiscata</i> var.	
BARTONIEN		Calc. de S <sup>t</sup> -Ouen, Calc. du Maine, Veneux-Nadon Marthe, Neuvy-le-Roi	Couches à <i>Lophiodon</i> , S <sup>t</sup> -Mammert. <i>Limnaea longiscata</i>		

Belgique. J'ai encore rédigé dans cet esprit ma récente Notice, en juillet dernier. J'ai le regret de revenir sur ces conclusions, de retourner à l'opinion plus en faveur hors de nos frontières, celle qui fut aussi soutenue par Dollfus. Le Gypse, à partir de l'horizon à *Lucina inornata*, est oligocène, d'âge tongrien ou lattorfien.

Je dois donc retoucher les assimilations de mes publications antérieures, que j'ai résumées dans cette Notice, p. 19 pour la Provence et p. 51 pour le Bassin de Paris. Pour celui-ci la retouche est faible : il suffit de dénommer Lattorfien ce que j'avais noté comme Bartonien supérieur, et de ne plus parler de Ludien. Car ce terme rassemble, par définition, l'assise à *Pholadomya ludensis* qui termine l'Éocène, et les masses du Gypse attribuables à l'Oligocène. Supprimé aussi, le Sannoisien qui a la seule signification d'un accident local. Quant au Stampien, il tombe en synonymie avec le Rupélien qui lui est en somme antérieur. Enfin le Chattien est supposé appartenir à l'étage Aquitanien.

Pour ce qui concerne la Provence, le calcaire à *Planorbis crassus* et l'argile de Saint-Zacharie, à *Palaeotherium*, passent dans l'Oligocène. Cette solution est de grand intérêt pour la Stratigraphie. J'avais insisté sur la coupure marquée entre l'horizon du Plan-d'Orgon, à *Limnaea longiscata*, faune voisine de Saint-Ouen, et celui de Saint-Pons, à *Pl. crassus*, équivalent du Gypse parisien. Cette coupure divisait un Bartonien qui en fait était indûment accru ; maintenant elle se rétablit au sommet de l'étage, et les séries d'Alès, d'Aix et de Marseille-Saint-Zacharie sont en entier dans l'Oligocène.

On remarquera l'accord maintenant réalisé avec beaucoup de publications antérieures. En particulier le classement suivi ici des formations continentales est à peu près celui de la grande monographie de Sandberger.

Pour les Mammifères, la coupure proposée laisse dans l'Éocène les faunes à *Lophiodon*, et place dans l'Oligocène les grandes faunes à *Palaeotherium* ; ce résultat n'est pas sans intérêt. Plus haut, la démarcation essentielle établie par H. Stehlin se place sous l'horizon de Brie, avec l'arrivée d'*Entelodon* : donc vers la limite du Lattorfien et du Rupélien. Un troisième renouvellement se place par-dessus l'Aquitaniens, et les Proboscidiens pénètrent dans nos régions. Les spécialistes de Mammifères seront sans doute satisfaits de trouver, dans notre interprétation du Chattien, un argument de plus pour rattacher l'Aquitaniens à l'Oligocène.



## PRINCIPALES PUBLICATIONS A CONSULTER

- R. ABRARD. Éocène de l'Europe occidentale. *B. S. G. F.*, 5-III, p. 227 (1933).
- M<sup>lle</sup> H. ALIMEN. Stampien du Bassin de Paris (Thèse 1936).
- J. BOUSSAC. Éocène moyen et Éocène supérieur. *B. S. G. F.*, 4-VII, p. 355 (1907).
- G. DENIZOT. Région orléanaise (Thèse 1927).
- Stampien et Aquitanien. *B. S. G. F.*, 4-XXIX, p. 205 (1929).
- Notice sur les recherches de Géologie (distribué 1939).
- G. DOLLFUS. Limite sud-ouest du Calcaire grossier. *B. S. G. F.*, 3-XXV p. 597. — Voir les Comptes rendus à la Carte géologique de 1907 à 1913, avec nombreux sondages.
- Beds of the Paris basin. *Geol. Ass.*, XXI, p. 401 (1909).
- Constitution de l'Oligocène. *C. R. s. S. G. F.*, de 1917, p. 70, 82, 135 et 150.
- DOLLFUS et RAMOND. Géologie de Saint-Michel-Monlhéry. *A. F. A. S.* XXXII, p. 639, et *B. S. G. F.*, 4-IV, p. 722 (1904).
- É. HAUG. Traité de Géologie, 1907.
- A. DE LAPPARENT. Traité de Géologie, éditions successives de 1883, 1885, 1893, 1900 et 1906.
- P. LEMOINE. Géologie du Bassin de Paris, 1911.
- MUNIER-CHALMAS. Notice sur les travaux scientifiques, 1903.
- H. STEHLIN. Mammifères éocènes et oligocènes. *B. S. G. F.*, 4-IX, p. 488 (1909).
- VAN DEN BROECK. Oligocène belge, 1894.
- Observations de BOUSSAC, DOLLFUS, DOUVILLE, HAUG, JANET : *Soc. géologique*, 1904-06 de ABRARD, DOLLFUS, LEMOINE, LERICHE, L. et J. MORELLET : *Id.*, 1925.
-

## SUR L'OROGÉNÈSE DE L'ALGONKIEN SUPÉRIEUR EN ARABO-AFRIQUE SEPTENTRIONALE

PAR **Léo Picard.** <sup>1</sup>

Récemment R. Furon<sup>2</sup>, dans un de ses travaux inspirés d'un esprit synthétique, a attiré l'attention sur certaines séries sédimentaires, constituées par des dépôts continentaux grossièrement clastiques, d'un caractère semi-métamorphique ou même non-métamorphique. Il s'agit de gisements dans l'Afrique Occidentale Française et dans d'autres régions de l'Afrique Équatoriale. Leur position a été interprétée par Furon comme étant « postérieure aux derniers plissements précambriens et antérieure à la transgression cambrienne » (1939, p. 61).

Au cours de mes recherches comparatives sur l'Antécambrien palestinien, j'ai rencontré des phénomènes très semblables, sinon identiques. Nous allons voir qu'il en existe également dans d'autres pays voisins, comme en Égypte et dans le Sinaï. Il paraît donc qu'il faut attribuer une importance beaucoup plus générale à ces séries de roches, qui sont postérieures aux plissements orogéniques de l'Algonkien supérieur ou plutôt contemporaines des dernières phases de cette orogénèse ; importance non seulement pour l'Afrique occidentale, mais aussi pour toute la région septentrionale et centrale du continent africano-arabe.

### L'ARABIE SEPTENTRIONALE

A la pointe SE de la Mer Morte, dans le Wadi Saramudj (Jebel esh Shomra) près d'Es Satié, affleurent des agglomérats et des tufs qui méritent une attention spéciale. Cette formation, que je désigne sous le nom de série de Saramudj, est constituée d'après Lartet<sup>3</sup> par des brèches et conglomérats polygéniques et des

1. Note présentée à la séance du 8 avril 1940.

2. *CR. Ac. Sc.*, t. 195, 1932, p. 56 ; *CR. Ac. Sc.*, t. 197, 1933, p. 1055 ; *Archives du Muséum*, 1935, t. XIII, p. 6 ; *C. R. somm.*, 1938, p. 319 ; *C. R. somm.*, 1939, p. 61.

3. Essai sur la Géologie de la Palestine, etc., 1869, p. 109, 110.

poudingues. Hull <sup>1</sup> parle de « volcanic fragmental beds » plissés<sup>2</sup>, constitués surtout de galets bien arrondis et de blocs, atteignant 1 m de diamètre, de gneiss, granitite, gabbro à ouralite, serpentine, porphyrite, porphyre quartzique, jaspe, lydite etc. . . ; le ciment est formé par une arkose. Ces roches sont accompagnées de lapillis et de tufs. Toute cette formation d'agglomérats et de conglomérats est percée par de nombreux dykes, auxquels s'ajoutent des intercalations de « trapp ». Ces dernières roches éruptives apparaissent sous forme de filons et d'assises de felsite, de porphyrite et de diabase (d'après Fuchs <sup>3</sup>, de mélaphyre).

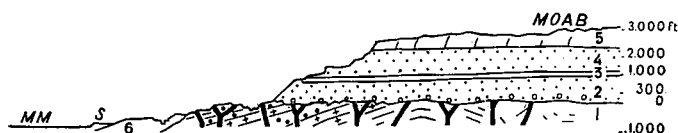


FIG. 1. — Coupe à la pointe SE de la Mer Morte d'après HULL.

1. Série de Saramudj. — 2. Grès de Nubie avec conglomérats de base. — 3. Cambrien moyen marin. — 4. Grès de Nubie. — 5. Crétacé. — 6. Pléistocène. — S. Safé. — MM. Mer Morte.

Toute cette série, les dykes compris, est coupée par un plan de discordance (discordance érosive et angulaire). Au-dessus se trouve un conglomérat de base, exempt d'éléments éruptifs, puis des sédiments gréseux et enfin quartzitiques. C'est dans ces derniers que Blanckenhorn <sup>4</sup> a pu découvrir une faune marine datant du Cambrien moyen. Il ne peut donc subsister aucun doute que tous ces conglomérats, agglomérats, tufs et filons porphyritiques du Wadi Saramudj représentent une formation anté-cambrienne. Déjà Lartet <sup>5</sup> a émis l'hypothèse d'après laquelle cette formation serait comparable, sinon contemporaine, à la « breccia verde » de l'Égypte. Hume <sup>6</sup>, en suivant cette opinion et celle de Blanckenhorn <sup>7</sup>, compare la formation du Wadi Saramudj au « Hammat schists » et conglomérats de l'Égypte.

1. Memoir on the Geology and Geography of Arabia, Petraea, Palestine etc., 1886, p. 38, 39; vz. spécialement fig. 1 (p. 38) et section 2, p. 138.

2. Il paraît exister un désaccord entre BLANCKENHORN (Naturwissenschaftliche Studien am Toten Meer, 1912, p. 113) qui parle d'un Algonkien supérieur « horizontal » et les « synclinal folds » de HULL (1886, p. 39). Cependant, dans une autre publication (1914, p. 12, Handb. reg. Geol. V), BLANCKENHORN mentionne dans ces couches des inclinaisons pouvant atteindre par place 40° (!). Au fond, sa fig. 4 (p. 16) est une copie de la section 2 de HULL.

3. Neues Jahrbuch für Min., etc., 1915.

4. Loc. cit., 1914, p. 13.

5. Loc. cit., p. 109.

6. Geology of Egypt, II. 1. 1934, p. 267.

7. Hdb. reg. Geol. VII. 1921, p. 29.

La position des poudingues au Jebel Harun, près de Petra, mentionnés par Hull <sup>1</sup>, doit encore rester indéfinie. Il semble que cette formation soit contemporaine des dykes de la série de Saramudj et se trouve dans un niveau inférieur au grès de Nubie. Cependant leur description correspond assez bien à celle des séries de Saramudj qui, on le sait, représentent l'affleurement le plus septentrional du soubassement de la péninsule arabe.

### ÉGYPTE (y compris le Sināï)

Dans le désert égyptien, on rencontre des conglomérats plus ou moins non-métamorphiques, ainsi que des « siliceous schists » (grauwacke), qui sont connus sous le nom de série de Hammamat. Il me paraît intéressant de constater que cette formation, qui est d'ailleurs d'une origine indubitablement sédimentaire, est intimement liée, en analogie complète à la série de Saramudj, à de fortes intrusions et extrusions de porphyrites (andésites, dacites d'autres auteurs) (« Imperial Porphyry »), de rhyolites et de tufs. C'est là la série de Dockan. Hume <sup>2</sup> la place dans son « Eparchean » et la fait suivre d'un « granite postérieur » qui représente le « Uppermost Algonkian » ou « Gattarian ». Cependant l'abondance des épanchements volcaniques, ainsi que le caractère non métamorphique de toute la série de Hammamat-Dokhan, qui, du reste, n'est que faiblement plissée, parlent plutôt en faveur du « Uppermost Algonkian » pour l'ensemble de ce complexe pétrographique. Cette supposition est corroborée par la découverte, faite par Barthoux <sup>3</sup>, d'un fossile problématique dans ces sédiments, ainsi que de l'existence de ripplemarks et de galets bien arrondis pouvant atteindre une taille de 25 cm. (Andrew <sup>4</sup>). Tout ceci est en meilleur accord avec le caractère également non métamorphique des conglomérats de la série palestinienne de Saramudj (« They seem to have been rolled under water », Hull, 1886, p. 38); « wohlgeschichteter arkosensandstein », Blanckenhorn, 1914, p. 12). La dernière publication

1. Mount Seir, etc., 1889, p. 87; *loc. cit.*, 1886, p. 37.

2. Geology of Egypt, II, 2, 1935, p. 642. Voir également l'article de LITTLE dans « Lexicon de Stratigraphie », vol. I, Africa, p. 136.

3. *Mém. Inst. d'Égypte*, t. V, 1922 (Chronologie, etc., des roches ignées du désert arabe), p. 34, fig. 10. Pour le faible plissement et la situation générale de cette formation, voir la fig. 11, p. 37.

4. *Bull. Inst. Égypte*, t. XXI, 1939 (The Greywackes of the Eastern Desert of Egypt), p. 165-167.

d'Andrew <sup>1</sup> confirme donc la supposition que j'ai déjà faite depuis longtemps, d'après laquelle la grauwacke de la série égyptienne de Hammamat serait une formation relativement jeune, ne datant que de la fin de la période pré-cambrienne. Enfin il faut attribuer le même âge à la série de Hammamat et au Wadi Shelale dans le Sinaï. Cette formation, constituée par un conglomérat vert accompagné de nombreux fragments rubanés d'une rhyolite rouge, est recouverte de grès de Nubie discordants.

### *Chronologie provisoire de l'Archéen-Algonkien de l'Arabie septentrionale et du Sinaï.*

Pour mieux comprendre la position de ces séries de l'Algonkien supérieur, je dirai ici quelques mots sur l'Anté-Cambrien inférieur<sup>2</sup>. La figure 2 résume schématiquement mes conceptions sur la genèse du socle anté-cambrien de la région du Sinaï, de la Palestine, de la Transjordanie et du Hedjas. Elle contient quelques observations personnelles; mais, pour la plus grande part, j'ai compilé de nombreuses publications antérieures d'autres auteurs.

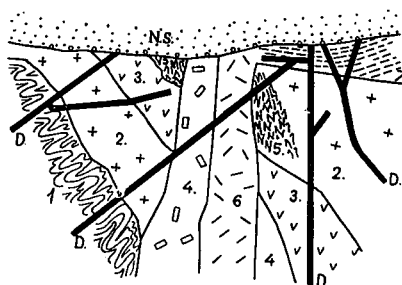


FIG. 2. — Chronologie provisoire et schématique de l'Antécambrien.

- N. S. Grès de Nubie (Nubian Sandstone (Paléozoïque).
- D. Dykes (D) et Trapp (différentes phases de l'Algonkien supérieur).
- 7. Série de Saramudj (sommet de l'Algonkien supérieur).
- 6. Granite alcalin (sodique).
- 5. Schistes (résultant probablement d'un métamorphisme de contact).
- 4. Granite rouge (y compris le granite graphique et le granite porphyrique).
- 3. Granite gris (granite à hornblende et biotite).
- 2. Diorite et granodiorite (syénite).
- 1. Schistes et gneiss de l'Archéen et de l'Algonkien inférieur.

1. *Loc. cit.*, p. 154-160; cet auteur parle de « possibly even Lower Paleozoic », ce qui est cependant certainement trop jeune. (Voir également BARTHOUX, 1922, p. 36, Cambro-ordovicien.)

2. On en trouvera ailleurs une étude détaillée.

De ce tableau on peut tirer les conclusions suivantes : pendant et après les plissements de l'Algonkien inférieur (et de l'Archéen?) affectant les schistes et gneiss (1), s'est exercée une forte activité plutonique. De ce temps date l'ascension du granodiorite (2), qui a eu lieu probablement sous forme d'un batholite. L'ascension des granites gris et rouges (3, 4) semble liée à une phase orogénique plus récente, d'âge algonkien moyen ou supérieur. Un résultat de la mise en place de ces granites a été la gneissification et la schistification intense des roches ignées plus anciennes, phénomène qui a abouti, par places, à un métamorphisme de contact d'envergure régionale (gneiss du Sinaï). Enfin une phase granitique tardive (6), très jeune, de caractère alcalin prononcé (ægirine, riebeckite), se place avec doute dans un niveau élevé de l'Algonkien supérieur. On ne peut cependant pas écarter la possibilité que cette intrusion ne soit encore plus jeune, donc post-orogénique ou tafro-épeirogénique. Le plissement des séries plus ou moins non-métamorphiques de Saramudj et de Hammamat (7), qui, il est vrai, est assez faible, est peut-être contemporain de cette intrusion alcaline. En tous cas, il est sûr que la sédimentation, ainsi que le plissement de ces séries peu affectées ont eu lieu pendant l'Algonkien supérieur.

Le caractère tectonique des séries non métamorphiques de Saramudj est donc plutôt celui d'un « plissement d'avant-pays », caractérisé par l'existence d'ondes normales (« autochthones ») simples (voir section n° 2 de Hull, 1886). En s'approchant au Sud du centre du géosynclinal, la structure tectonique devient probablement de plus en plus complexe. Cette hypothèse serait en bonne harmonie avec les phénomènes de « thrust » rapportés par Andrew dans les parties méridionales des séries égyptiennes de Hammamat. Le faciès de ces roches correspond à leur structure tectonique. Cette série de Saramudj offre un aspect continental ou épicontinental, ce qui la rend comparable à la Nagelfluh polygénique de la mollasse alpine (conglomérats de Camerlata des Alpes méridionales) ou au Verrucano du Permo-carbonifère alpin. Ici on peut placer également la « breccia verde » du Sinaï (Wadi Shelale) et des séries de Hammamat. La question de savoir si l'abondance de la grauwacke dans les séries de Hammamat indique plutôt un caractère géosynclinal, comparable au Flysch, doit rester ouverte. Tous les passages intermédiaires, reliant les sédiments très grossièrement clastiques (arkoses, blocs) aux sédiments à grain fin (mudstones et grauwackes), sont représentés dans ces séries. Ici on trouve même des roches lé-

gèrement métamorphisées sous l'influence d'un « stress » plus accentué (Andrew).

L'âge du volcanisme (D) n'est pas encore exactement défini. Ce qu'on peut dire, c'est qu'il est possible de reconnaître les effets d'une activité volcanique aussi bien avant que pendant ou après les dépôts des couches de Saramudj et de Hammamat. On peut donc se demander si l'intercalation des roches volcaniques, dans toute cette série, est réellement le résultat d'épanchements de plateau (phénomène tafro-épeirogénique), ou s'il ne s'agit pas seulement d'intrusions volcaniques plus ou moins contemporaines, sous forme de sills. Vu l'intensité du phénomène volcanique dans ces formations, on est en tout cas moins amené à les paralléliser avec la mollasse alpine, qu'avec les formations de la limite du Permien et du Carbonifère de l'Europe Centrale, qui se placent à la fin de la phase orogénique ou lui sont immédiatement consécutives <sup>1</sup>.

Dès le début de l'ère paléozoïque, le relief algonkien, originellement assez accentué, est presque entièrement aplani. C'est en discordance, sur cette grande pénéplaine, que les produits d'origine surtout continentale, que sont les conglomérats de base et les grès de faciès nubien, ont pu s'étaler facilement. Le plus souvent, la position plus ou moins horizontale de ces couches a été conservée jusqu'à nos jours.

Toujours encore on rencontre l'opinion qui veut attribuer ces grès de Nubie à une période géologique précise (Carbonifère-Crétacé), (voir p. e. *Lexicon de Stratigraphie*, Sandford, etc.). J'insiste donc de nouveau <sup>2</sup> sur le fait que ce nom implique uniquement une notion de faciès. Il est vrai que tous ces produits d'origine continentale, fluvialite, ou proprement éolienne, qui sont les formations de Talus, Serir et Hamada, ont pu se former déjà pendant l'ère paléozoïque. Cependant, en dehors de la région proprement géosynclinale et de la zone épicontinentale correspondante (Atlas, Cyrénaïque, Syrie septentrionale), l'Afrique du Nord et l'Arabie représentaient un noyau continental. Ici se poursuivait continuellement un jeu conjugué de sédimentation et d'érosion, suivi d'une resédimentation de ces séries continentales. Il se peut donc bien que, dans certaines régions, les sédiments (autant continentaux que marins) de toute une époque font défaut, tandis qu'ils sont présents en des points géographiques voisins; ce phénomène peut alors faire croire à tort à une régression

1. BARTHOUX lui aussi interprète les traces volcaniques des brèches vertes comme indiquant l'existence d'une aire continentale (*loc. cit.*, 1922, p. 32).

2. PICARD, *Synopsis of Stratigraphic Terms in Palestinian Geology. Bull. Geol. Dep. Hebr. Univ.*, Jérusalem, 1938, n° 2. — *Outline on the Tectonics of the Earth, Idem*, 1939, n° 3-4.

pendant ces époques. Les témoins d'une ère (l'ère paléozoïque p. ex.) ont ainsi disparu. Les phénomènes d'érosion et de déflation d'envergure énorme auxquels nous assistons encore aujourd'hui, la mobilité des dunes désertiques actuelles, dont la matière n'est pour la plupart autre chose qu'un grès de Nubie paléozoïque remanié, prouvent la continuation jusqu'à nos jours de formations à faciès nubien, dans la région désertique africano-arabe.

### LIBYE, TIBESTI, A. O. F.

Comparons maintenant à ce que nous venons de dire les formations contemporaines des autres régions précambriennes de l'Afrique du Nord.

Quant au *désert libyen*, p. ex. la région voisine du massif d'Auweinat (Menchikoff<sup>1</sup>, Desio<sup>2</sup>, Sandford<sup>3</sup>), on n'y a pas encore constaté jusqu'à présent de formations d'âge algonkien supérieur, comparables aux affleurements de Saramudj-Hammanat. Il est bien possible qu'ici, comme dans beaucoup d'autres parties de l'Afrique du Nord et de l'Égypte, l'Algonkien supérieur n'ait jamais existé dans ce faciès. Il paraît cependant plus probable d'admettre que ces formations ont été enlevées par une érosion et une déflation post-algonkiennes. En effet toute une série sédimentaire typique d'âge paléozoïque inférieur, comparable au massif arabo-nubien ainsi qu'à celui de Tibesti-Ahaggar, fait défaut dans cette région. Elle a donc subi le même sort.

Par contre les travaux de Dalloni<sup>4</sup> sur le NW et W du Tibesti ont révélé l'existence d'une série pétrographique, plus ou moins non-métamorphique, composée par des arkoses, des grès, des poudingues, des conglomérats de quartzites et de calcaires. Toute cette série, qui a été injectée par de nombreuses roches volcaniques basiques et alcalines, a été fortement plissée et enfoncée dans les régions synclinales du socle ancien.

Par places l'activité volcanique se poursuit encore jusqu'à la fin de l'ère paléozoïque (comme pour la rhyolite de Uweinat). Dans les séries de Tibesti, l'existence de brèches tectoniques, offrant probablement des phénomènes de « thrust », a pu être reconnue.

1. *Bull. Soc. Géol. France*, (4), XXVII, 1927, p. 337.

2. 1935. *Missione scientifica della Reale Accademia d'Italia a Cufra (1931-IX)*, vol. I, Rome.

3. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, London, 1935, XCI, p. 323.

4. *Mission au Tibesti (1930-31)*. *Mém. Acad. Sc. Inst. France*, vol. LXI, 1934 et *CR. Ac. Sc.*, France, t. 193, 1931.



Dans la région de l'Ahaggar, les « conglomérats de Sersouf » de Kilian <sup>1</sup> (« Pharusien ») peuvent être attribués avec doute à l'Algonkien supérieur. Cependant, à l'heure actuelle, notre connaissance des formations précambriennes de cette région n'est pas encore suffisante pour permettre une solution définitive de cette question.

Quant à *l'Afrique Occidentale*, c'est Furon <sup>2</sup> qui a indiqué, comme nous l'avons mentionné plus haut, l'existence « d'une série de grès quartziteux et de conglomérats, ondulée, située entre le Précambrien très plissé et le Primaire considéré comme horizontal ». La dernière publication de Legoux <sup>3</sup> vient confirmer cette opinion. Ici existe donc une série éruptive (rhyolite, basalte, etc.), appelée « Tarkwaïen », qui est recouverte d'une manière discordante par les formations paléozoïques. Cette série est comparable à celle de Dokhan en Égypte <sup>4</sup>. Les conglomérats, schistes et quartzites sont semi-métamorphiques. Ils seraient donc comparables aux séries de Hammamat et de Saramudj dans le NE africain. Dans ces deux cas, ces formations sont séparées par un plan de discordance du Précambrien qui est surtout plutonique.

Choubert et Neltner <sup>5</sup> placent, il est vrai, leur série inférieure de roches rhyolitiques et de conglomérats, renfermant des roches éruptives de *l'Anti-Atlas*, dans le Géorgien inférieur. Mais ils écrivent dans leurs conclusions : « Les mouvements tectoniques algonkiens nous semblent donc s'être prolongés dans le Géorgien inférieur par toute une série de *phases* posthumes, caractérisées par une puissante activité volcanique, des mouvements verticaux et même de vrais plissements, suivis de reprises d'érosion qui se traduisent par des *discordances* et de nombreuses récurrences de faciès congloméraliques. » D'après cette description on pourrait se demander si ces formations, elles aussi, ne sont pas encore plus anciennes, c'est-à-dire d'âge algonkien supérieur <sup>6</sup>.

1. *C. R. somm. S. G. F.*, 1932, p. 87.

2. *C. R. somm. S. G. F.*, 1938, p. 319.

3. *C. R. somm. S. G. F.*, 1939, p. 60.

4. Ainsi qu'il résulte de recherches nouvelles de ANDREW (*loc. cit.*, 1939, p. 159-163), les roches éruptives de l'Égypte, auxquelles on a donné le nom de « Série de Dokhan », apparaissent également au-dessous, à l'intérieur et au-dessus des séries de Hammamat.

5. *C. R. somm. S. G. F.*, 1938, p. 139 et p. 168-170.

6. On connaît des affleurements comparables, d'âge algonkien supérieur également, en d'autres parties de l'Afrique. Le complexe plissé de conglomérats, grès et schistes argileux d'Érythrée (Mt Haggar), qui a été décrit par A. Bibolini, possède un intérêt spécial.

## RÉSUMÉ

On peut suivre l'Algonkien supérieur plissé en faciès véritablement continental ou épi-continental, en partant de la bordure de l'Arabie septentrionale (Mer Morte), à travers l'Afrique du Nord (Égypte, Tibesti), jusqu'à la Mauritanie. Le type tectonique de ces Algonkides est plutôt celui du plissement simple des avant-pays. Ces sédiments ne sont pas ou très peu métamor-



FIG. 3. — Distribution des chaînes plissées de l'Algonkien supérieur.

phiques : ils représentent le type du Flysch (?) (grauwackes) ou celui de la Nagelfluh polygénique de la Molasse (conglomérats). Furon (1938, p. 319) les compare aux produits d'érosion<sup>1</sup> des Alpes et de l'Himalaya, d'âge relativement jeune. Cependant l'habileté volcanique fait plutôt penser aux formations du Carbonifère supérieur et du Permien inférieur (Verrucano) de l'Europe Centrale, qui seraient encore affectées par des mouvements posthumes.

Je m'abstiens pour le moment de donner un nom définitif à ces « Algonkides » (« Néoafricides » de Krenkel). Toutefois l'ancien terme de Suess : « Saharides », qui a été repris par Conrad Kilian (au Hoggar, 1922), me semble inopportun, étant donné qu'il comprend également les séries plus anciennes et plus métamorphiques de l'Archéen et de l'Al-

1. BLANCKENHORN (1914, p. 12) exprime d'ailleurs l'opinion que « die Deutungen der (Saramudj) Bildungen als Anhäufung fest ländischer Schuttmassen für nicht unzulässig. »

gonkien inférieur. L'expression de Kilian, « huroniques », est trop générale. En comparant avec les formations orogéniques de l'Amérique du Nord, il me paraît préférable de se référer à la *Killarnean Revolution*. On sait en effet que ce plissement, datant de l'issue de l'Algonkien, a été précédé par la formation du Kewenawien qui, lui aussi, est composé par des sédiments épicontinentaux ou réellement continentaux, accompagnés d'éruptions volcaniques de caractère surtout basique.

Avec l'avènement de l'ère paléozoïque, ces formations font déjà partie du bouclier africano-arabe. La région géosynclinale se déplace vers le Nord et se transforme en Téthys paléo-mésozoïque ; tandis que, plus au S sur le bouclier, l'activité volcanique continue à s'exercer jusqu'aux temps quaternaires, offrant une différenciation atlantique typique. La sédimentation montre un faciès continental ou épicontinental.

---

## COUPE DES TERRAINS LIASIQUES ET JURASSIQUES DU DJEBEL NADOR (DÉP<sup>t</sup> D'ORAN) <sup>1</sup>

PAR **Paul Deleau**

Le Dj. Nador est un chaînon de la bordure septentrionale de l'Atlas saharien à 40 km. au SE. de Tiaret et 225 km. au SW d'Alger. Sa description géologique sommaire en a été donnée en 1890 par Welsch<sup>2</sup> à la suite des travaux de Ville, Le Mesle et Peron<sup>3</sup>. Les auteurs le considéraient comme appartenant en entier au Jurassique (Corallien). En 1935, j'ai signalé, dans cette montagne, de très beaux gisements fossilifères du Domérien et du Toarcien<sup>4</sup>. Depuis, j'ai trouvé d'autres niveaux fossilifères du Jurassique moyen et je puis donner une coupe des terrains de cette partie de l'Atlas saharien (de bas en haut).

### TRIAS SUPÉRIEUR

Schistes rouges et marnes bariolées avec gypse, sel gemme et cargneules visibles au cœur de l'anticlinal du Nador (Dj. es Safch) sous les dolomies ou les marnes du Lias inférieur.

### LIAS

a) Dolomies grises, massives, à débris de Polypiers, montrant des brèches dolomitiques à la base et des calcaires dolomités au sommet (puissance 500 à 600 m.). La partie inférieure et moyenne des dolomies passe latéralement entre le Dj. es Safch

1. Note présentée à la séance du 8 avril 1940.

2. Les terrains secondaires des environs de Tiaret et de Frenda (Oran) (Thèse, Paris, 1890, p. 30 à 37 et 65); Sur les terrains jurassiques des environs de Tiaret, Frenda et Saïda (*Bull. S. G. F.*, 3<sup>e</sup> s., 18. 1889, p. 428-440).

3. A. PERON. Essai d'une description géologique de l'Algérie. Paris, 1883, p. 30-34.

4. Paul DELEAU. Présence du Lias au Dj. Nador (D<sup>t</sup> d'Oran). *CR. Ac. Sc.*, t. cc p. 2102, 17 juin 1935.

et le Dj. en N'Sour à des marnes schisteuses verdâtres à plaquettes de calcaires jaunes et petits lits de psammites. Les assises supérieures dolomitiques subsistent toujours sur les marnes verdâtres, de sorte qu'entre le Trias et les dolomies supérieures la variation de faciès est bien visible.

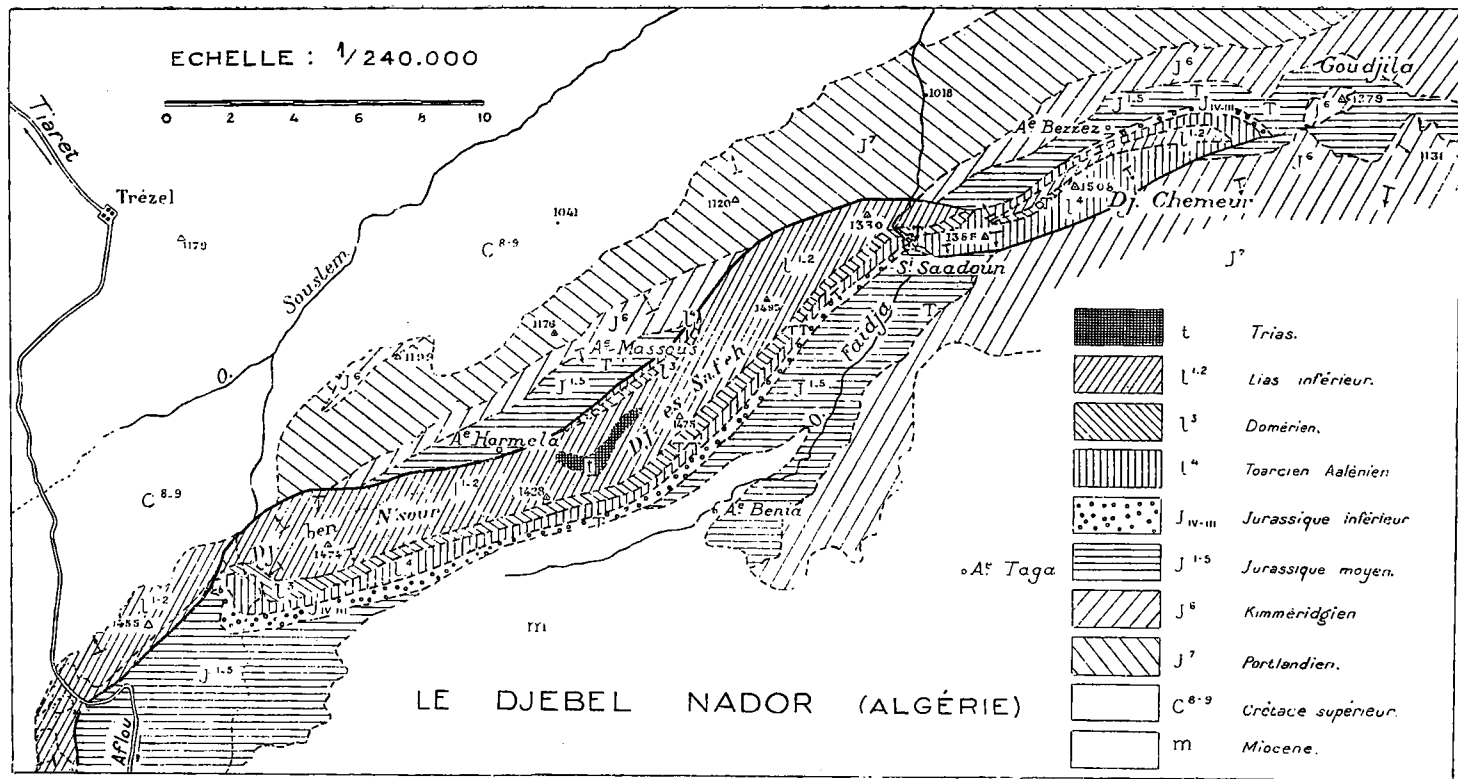
b) Calcaires marneux à grain fin, sublithographiques, bien réglés, contenant des silex en nodules ou en lits discontinus, puissants de 450 m environ. La partie moyenne de cette assise montre des lits marneux fossilifères. Elle comprend à la base 1 m. 5 à 2 m de marnes blanches à *Lytoceras* du gr. *ovimontanum* GEYER, *Seguenziceras* cf. *Bertrandi* KILIAN, *S. cornacaldense* TAUSCH, *Præleioceras Grecoi* FUC., du *Domérien* de la base de la zone à *Amaltheus margaritatus*<sup>1</sup>. Dix mètres plus haut, 2 à 3 m de calcaires très marneux renferment : *Lytoceras* du gr. de *L. tortum* QUENST., *Seguenziceras* cf. *apertum* MONESTIER, *S. ruthenense* REYNES, *S. micrasterias* MGH, *S.* cf. *Geyeri* DEL CAMP., *S. Del Campanei* FUC., *S. algovianum* OPPEL, *S.* cf. *loze-riense* J. MONESTIER, *Cæloceras* cf. *Desplacei* D'ORB.<sup>1</sup> du *Domérien* de la partie moyenne et supérieure de la zone à *A. margaritatus*. Puis, 10 m. plus haut encore, 7 à 8 m. de marnes grises n'ont fourni *Lytoceras jurense* D'ORB., *Terebratula* (*Dictyothyris*) cf. *T. Rossii* CANOV., *Posidonomya Bronnii* VOLTZ ; enfin, 40 m de marnes rouges avec *Polyplectus* cf. *discoïdes* ZIETEN, *P. subplanatus* OPPEL, *Denkmania erbaensis* HAUER, *Mercaticeras Mercati* HAUER, *Hildoceras bifrons* BRUG., *H.* cf. *semipolitum* BUCK., *H. sublevisoni* FUC. var. *ravicosta* MITZOPOULOS, *H.* cf. *undicosta* MERLA, *Harpoceras* du gr. de *H. subplanatus* OPPEL, *Cæloceras* cf. *crassum* PHIL. et un *Bouleiceras* du gr. de *B. intescens*. C'est une faune caractéristique du *Toarcien*<sup>1</sup>.

#### JURASSIQUE MOYEN.

Grès quartzeux en gros bancs, bien lités (160 m) dont la partie moyenne m'a donné *Cadomites* cf. *Humphriesianus*... du *Bajocien* moyen.

Marnes schisteuses grises et noires (50 m), formant au-dessus des grès précédents une longue bande le long de la rive gauche

1. Tous les fossiles du Lias ont été déterminés à la Faculté libre des Sciences de Lille sous la direction de M. l'abbé DUBAR.



de la vallée de l'oued Faïdja. J'y ai recueilli : *Perisphinctes* du gr. de *P. colubrinus*, *P. Elisabethæ* DE RIAZ, *P. convolutus* QUENST., *Sorverbyceras tortisulcatum* D'ORB., *Oppelia arolica* OPPEL de l'Argovien <sup>1</sup>.

Alternances de marnes bleuâtres à plaquettes de calcaires ferrugineux, de marnes blanchâtres, jaunâtres, parfois roses, de calcaires marneux gris et de niveaux dolomitiques formant corniche le long de la rive droite de la vallée de l'Oued Faïdja (450 à 750 m). Ces assises m'ont fourni : *Perisphinctes* cf. *microplicatilis* QUENST., *Diplopodia aroviensis* THUR. <sup>2</sup>, des Polypiers isolés, des Pentacrines, *Rhynchonella* cf. *exaltata* ROLLIER (Vallée du Faïdja), *Perisphinctes* du gr. de *P. grandiplex* QUENST. (pied W du Dj. Goudjila), *P.* aff. *Aeneas* GEMM. (Aïn Bezzez) du Rauracien <sup>6</sup>; *Perisphinctes* cf. *divisus* QUENST. (Aïn Bezzez), *Paracidaris florigemina* PHIL. <sup>2</sup> (Aïn Messous) du Séquanien <sup>2</sup>.

### JURASSIQUE SUPÉRIEUR

Dolomies massives et marnes formant vers l'Est la terminaison périclinale du Dj. Goudjila vers le Dj. Chellala (200 à 250 mètres).

Enfin, le Jurassique supérieur est recouvert par des calcaires oolithiques et marneux à *Natica Leviathan* PICT. et CAMP. (= *Strombus Sautieri* COQ.) forme caractéristique du Valanginien à faciès jurassien que j'ai découvert au S des montagnes de Chellala <sup>3</sup>.

REMARQUES. — 1° La présence d'un *Bouleiceras* dans le Toarcien du Nador, paraissant identique aux échantillons de Madagascar représentés par Thevenin, du gr. de *B. intescens*, est remarquable. Cette espèce semblait cantonnée dans l'hémisphère sud, ce qui avait fait dire à Haug que cette « forme aberrante pouvait appartenir à une province zoologique spéciale » <sup>4</sup>.

2° L'Argovien à Céphalopodes n'était connu sous ce faciès en

1. Les Ammonites du Jurassique moyen ont été déterminées au laboratoire de Lyon sous la direction de M. F. ROMAN.

2. Détermination J. LAMBERT.

3. J. SAVORNIN et P. DELEAU. L'étage Valanginien, de faciès jurassien sur les Hauts-Plateaux d'Alger. *C. R. S. G. F.*, n° 16, p. 206-207, 7 déc. 1936.

4. HAUG. *Traité de géologie*, 2, 1911, p. 995.

Algérie qu'au Dj. Bechtoute (N de Tiaret), gisement signalé par Welsch (Thèse, p. 50).

3° Un mouvement de la mer se dessine entre le Lias supérieur et le Jurassique moyen avec apparition d'une sédimentation gréseuse au Bajocien et, à l'extrémité E de la vallée du Faïdja, les grès bajociens semblent reposer sur les calcaires sublithographiques du Lias supérieur par l'intermédiaire d'un poulinge à éléments calcaires.







## COMPLÉMENTS A LA GÉOLOGIE DU NORD DE FIGUIG (MAROC SE)

PAR **Cécile Verlet** ET **Édouard Roch**<sup>1</sup>.

Nos observations ont porté à la fois sur le versant nord du massif anticlinal du Jebel Grouz et sur celui du **J. Maïz-Araïra** que sépare le Synclinal de l'Oued Tisserfine<sup>2</sup>. Ces deux chaînes de montagnes s'élèvent parfois à plus de 1.000 mètres au-dessus de la plaine qu'elles dominent de leurs falaises de calcaires blancs appartenant aux couches du Lias inférieur et du Pliensbachien.

Par contre, dans le Synclinal de l'Oued Tisserfine, sont conservés le Lias moyen, le Lias supérieur et le Bajocien. On retrouve ces mêmes terrains au N du **J. Maïz** et aussi à la terminaison orientale du **J. Grouz** qui porte alors le nom de **J. el Haïmeur**.

### A. — HISTORIQUE

**M. P. Russo**, le dernier auteur qui se soit occupé de la région de Figuig, a donné en 1927<sup>3</sup> un historique complet des recherches géologiques la concernant. Voici à quels résultats il est lui-même arrivé après études sur le terrain.

Le Trias (**M. Russo** précise même qu'il s'agirait de Keuper) affleure au **J. Maïz** où sont présents des ophites, des tufs ophitiques accompagnant des marnes, des argiles rouges et vertes à gypse et à sel, ainsi que des calcaires jaune d'or, très durs, avec lits marneux en plaquettes, parfois colorés en jaune-verdâtre ou en noir.

Dans la chaîne du **J. Grouz**, à 10 kilomètres à l'Est de l'Aïn Tanezzara, le même auteur a signalé un pointement de diabase ophitique sans gypse, ni sel, ni argiles rouges, mais de caractère diapirique. Cet affleurement a échappé à nos investigations.

A l'Infra-Lias se rapporteraient des calcaires noirs très foncés, non fossilifères, sous-jacents au Sinémurien.

Le Sinémurien est daté par *Arietites Brooki* au Teniet Zerga ; le Sinémurien, ou la base du Lias moyen, serait représenté par des calcaires compacts, blancs, gréseux, parfois rosés, puis par des calcaires noirâtres qui, près de l'Aïn Tanezzara, dans la chaîne du

1. Note présentée à la séance du 19 février 1940.

2. Voir la figure 1.

3. **P. Russo**. Recherches géologiques sur le territoire des Hauts-Plateaux (Maroc oriental). Thèses, Sciences, Lyon 1927.

J. Grouz, ont livré *Spiriferina rostrata*, *Waldheimia cornuta*, *Rhynchonella tifritensis* ; au J. el Haïmeur, par des Brachiopodes que l'on trouve déjà assez haut dans la série stratigraphique. Au J. Araira, des calcaires siliceux, en bancs gris, recouvrant des calcaires blancs du Lias inférieur, renferment *Rhynchonella plicatissima* du Lotharingien.

Le Lias moyen et principalement le Domérien serait, dans la chaîne du Grouz-Haïmeur, à l'état de calcaires gris ; au pied nord du J. Maïz, de calcaires bleus à *Rhynchonella Amalthei*. D'autres Rhynchonelles, dont *Rh. Briseis*, recueillies dans des calcaires bleus, dateraient le Domérien à Teniet Zaït.

Le Toarcien a fourni à M. P. Russo de belles faunes à Ammonites. Épais de 80 m. environ, il est sous le faciès de marnes et de marno-calcaires avec délits argileux, de teinte verte et rougeâtre.

A l'Aalénien, correspondent des marnes et des calcaires verts et rouges, des argiles et des calcaires en minces plaquettes. Cet ensemble renferme des Céphalopodes grâce auxquels M. P. Russo a pu reconnaître les zones à *Dumortieria Levesquei*, *Ludwigia opalina*, *L. Murchisonae* et *L. concava*.

Avec le Bajocien, ce sont des calcaires noirâtres ou bleutés, des calcaires oolithiques à Mollusques, Brachiopodes et où les Ammonites sont rares. M. Russo y a cependant découvert *Parkinsonia Parkinsoni*, au Bordj de l'Abbou el Kehal et *Sphaeroceras Manselli*, à l'Aïn Tanezzara.

## B. — ÉTUDE STRATIGRAPHIQUE

Quelques pages seront d'abord consacrées à décrire les deux anticlinaux à la constitution desquels participent du Trias, du Lias inférieur et du Pliensbachien. Suivront les descriptions du Synclinal de l'Oued Tisserfine, du versant nord du J. Maïz et de la terminaison périclinale du J. el Haïmeur comprenant du Domérien, du Toarcien, de l'Aalénien et du Bajocien.

### I. — LES ANTICLINAUX.

#### 1. Trias.

Dans le J. el Haïmeur, on rapporte au Trias des argiles rouges, panachées de vert qui, au Nord du Teniet el Haïmeur, sont associées à des grès verts et à des grès limoniteux dont le faciès fait même penser à celui de certains affleurements de Paléozoïque. Le contact avec le Lias n'est pas normal. L'affleurement, peu épais, se suit sur cinq kilomètres environ jusqu'à l'Ouest de la cote 1410.

Dans le massif du J. Maïz, le Trias affleure d'abord dans les lits

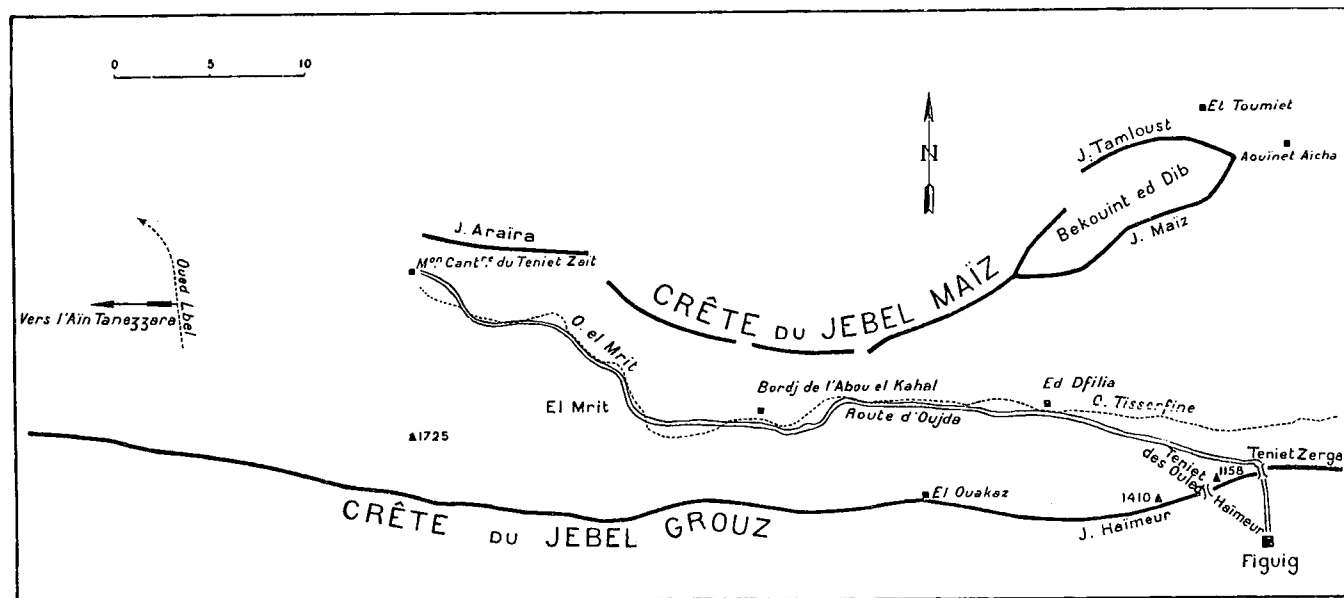


FIG. 1. — Esquisse de la région nord de Figuiq.

de certains ravins de la dépression de Bekouint ed Dib, ainsi qu'à la partie sud de celle-ci, au bas de la falaise calcaire, puis au pied du J. Tamloust, enfin au Nord, dans la plaine, à la cote 1038. Ce sont des argiles roses, des argiles panachées blanches et rouges, accompagnées de calcaires dolomitiques en plaquettes. Des roches vertes, dont certaines sont des dolérites, leur sont associées<sup>1</sup>; le contact avec le Lias est, ici encore, anormal.

## 2. Hettangien-Sinémurien.

Dans le J. el Haïmeur, la série liasique de base est représentée par :

a) Calcaires gris, vacuolaires, en bancs de 5 à 10 centimètres, se suivant sur quelques mètres d'épaisseur ;

b) Calcaires dolomitiques, épais de 200 m., bréchiqnes, fossilifères (cote 1158) à *Spiriferina tumida*, *Zeilleria Piazzii*, *Rhynchonella variabilis*, *Rh. Schopeni*, *Rh. latifrons* et à petites Rhynchonelles paraissant appartenir à une espèce nouvelle (300 m.) ;

c) Calcaires fins, à silex, puis calcaires jaunes, rosés à la cassure, à *Cadoceras varicostatum*, *Arnioceras geometricum*, *Arietites Conybeari*, *Ar. gmuendense*.

Les calcaires dolomitiques sous-jacents aux calcaires à Ammonites passent aussi latéralement à ces derniers.

L'affleurement, le plus occidental connu, de Sinémurien fossilifère se trouve dans la région d'El Mrit où une ondulation amène à l'affleurement des marno-calcaires à *Arietites stellaris* et *Rhynchonella belemnitica*.

Dans le J. Maïz, la succession est la suivante :

a) Dolomies jaunes (quelques mètres) ;

b) Calcaires bleus avec certains bancs à silex, renfermant la même faune qu'au J. el Haïmeur (cote 1158) ; nous avons notamment remarqué la présence des petites Rhynchonelles spéciales mentionnées précédemment et aussi *Rh. Alberti*. A la pointe ouest du J. Tamloust, ces calcaires bleus livrent en abondance *Zeilleria Piazzii*. Ils sont intercalés de calcaires gris, dolomitiques, qui, à l'E du J. Tamloust, ont fourni : *Neritina Beroe*, *Atapharus affine*, *Callistoma Silvestrii*, *Palaeoniso* cf. *pupoides*, *Zygopleura polyplecta*, *Microschiza Myrto*, *Procerithium Todaroi*, Gastéropodes dont nous devons l'étude à l'obligeance de Mlle Geneviève Delpey.

1. Dans l'une d'elles, les feldspaths, souvent silicifiés, montrent encore des traces d'albite secondaire ; augite altérée en épidote et en ouralite ; vides remplis de calcédoine et de chlorite en bordure indiquant que la roche a pu être vacuolaire (Détermination de Mmes E. Jérémme et S. Bosquain).

### 3. Lotharingien-Pliensbachien.

Au J. el Haïmeur, ce sont des calcaires bleus, d'abord à silex, puis sans silex, à Pectens, Rhynchonelles et *Oxynoticeras*. Malgré leur mauvais état de conservation, nous avons pu reconnaître, au gisement du Teniet el Haïmeur les formes suivantes : *Oxynoticeras oxynotum*, *Ox. subundulatum*, *Ox. Simpsoni*, *Ox. Choffati*.

Ce niveau, sous le faciès de calcaires à *Oxynoticeras*, a été suivi jusqu'à El Ouakaz (cote 1633) ; mais, à partir de ce point, certaines assises se chargent en dolomie, tandis que d'autres demeurent à l'état de calcaires blancs, à *Arnioceras rejectum* et à Algues calcaires. Au N d'El Ouakaz, la partie supérieure de la formation est riche en Brachiopodes déterminés, malgré quelques incertitudes : *Terebratula sphenoidalis*, *Zeilleria Partschi*, *Rh. subcostellata*, *Rh. Gumbeli*, *Rh. subdecussata*, *Rh.* voisines de *latifrons*, de *variabilis* et de *plicatissima*, *Rh. Greppini*, *Rh. Briseis*. La majeure partie des espèces sont connues dans les calcaires de Hierlatz, c'est-à-dire encore dans le Lotharingien. A la cote 1723, presque sur la crête du J. Grouz, ces couches ont livré *Oxynoticeras Victoris* du même étage.

Dans le massif du J. Maïz, c'est au Lotharingien-Pliensbachien que nous croyons devoir rapporter la très épaisse série calcaréodolomitique entaillée en falaises abruptes, bien que nous n'y ayons pas découvert de Céphalopodes. Sur le versant N du J. Tamlost, des calcaires gris ont fourni *Zeilleria* n. sp., voisines de *Z. polymorpha* et de *Z. Arethusa*, *Rhynchonella jonica*, *Rh.* cf. *curviceps*, *Spiriferina tumida*, var. *rupestris* ; cet ensemble est dominé par des calcaires blancs, massifs.

## II. — LE VERSANT N DU JEBEL MAÏZ,

### LE SYNCLINAL DE L'OUED TISSERFINE

#### ET LA TERMINAISON PÉRICLINALE DU JEBEL EL HAÏMEUR.

### 1. Domérien.

Sur l'épaulement septentrional du J. Maïz, le Domérien débute par des calcaires bleus, d'aspect un peu gréseux, en bancs de 0 m. 10, séparés par des marnes vertes et parfois rouges ; les couches montrent des empreintes bifurquées, aplaties, que nous retrouverons au J. el Haïmeur. Ce niveau est daté par la présence d'*Emaciatoceras emaciatum*, *Tauromenia Nerina*, *Leioceras Scuderi*, *Lytoceras* gr. de *L. fimbriatum*. Un second niveau, superposé au premier, fournit une riche faune d'Ammonites. Il débute par des couches rouges, bréchiques dont les éléments atteignent parfois 0 m. 60 de longueur. Le ciment rouge renferme des articles d'encrines en grande

abondance; puis viennent des couches d'aspect rognoneux de même coloration. Il arrive que, vers la base, les couches rognoneuses et les couches bréchiques alternent. *Au microscope*, on voit qu'il s'agit d'un calcaire fin, teinté par de la limonite, riche en débris d'Échinodermes, en tests de Mollusques et d'Ostracodes; les grains de quartz roulé sont abondants. Parmi les Ammonites récoltées, nous avons déterminé : *Lytoceras* sp., *Rhacophyllites Nardii*, *Rh. libertus*, *Hildoceras Lavinianum* type et variétés *dissimilis*, *retroflexa* et *conjungens*, *Hildoceras Portisi*, *Hil. ambiguum*, var. *aequicosta*, *Hil. inclytum*, *Hil. Capellinii*, *Hil. Isseli*, *Seguenziceras ruthe-nense*, *Seg. domarense*, *Seg. boscence*, *Seg. Bonarellii*, *Arietoceras Juliae*, *Grammoceras Mariani*, *Gr. Normanianum*, *Gr. celebratum*, *Coeloceras indunense*, *Coe. Mortilleti*, *Coe. anguinum*, etc...

Dans le Synclinal de l'Oued Tisserfine, au SE d'Ed Dfilia, nous rapportons au Domérien, des calcaires noirs en bancs minces renfermant parfois des silex; ils supportent des calcaires rouges et des brèches. Plus à l'Ouest, un meilleur affleurement se situe au point où la route d'Oujda se confond presque avec l'Oued Mrit, près du lieu-dit Rmouana. Ce sont d'abord des marno-calcaires jaunes, un peu rosés, séparés par des marnes, des calcaires bleus à Ammonites pyriteuses parmi lesquelles : *Tauromenia Nerina*, *T. illustris*, *Harpoceras preexaratum*, *Deroceras Gemmellaroi*, *Seguenziceras boscence*, *Arietoceras Lottii* et des empreintes végétales.

Là partie supérieure du Domérien est rognoneuse et comporte aussi des bancs gréseux rouges à *Rhacophyllites* aff. *eximum*, *Deroceras evolutum*, *Aulacoceras inflatum*.

Vers l'W, dans la région de l'Aïn Tanezzara, nous n'avons pas retrouvé le Domérien fossilifère à Ammonites. Peut-être est-il représenté, ainsi que le Toarcien, par des dolomies avec parfois des silex, intercalées aussi de calcaires à Rhynchonelles et à Térébratules. Au J. el Haïmeur, le Domérien comprend des calcaires bleus, en lits de 0 m. 10 à 0 m. 20, séparés par des marnes, avec *Seguenziceras algovianum*, *Emaciatoceras zancleanum*, *E. radiatum*, *Arietoceras Lottii*, *Grammoceras dilectum*, *Tropidoceras Actaeon*. La surface des bancs est ornée d'empreintes d'Algues (?); 30 mètres.

## 2. Toarcien.

Cet étage n'a pas livré de véritables faunes sur le versant N du J. Maïz. Nous lui rapportons, avec doute, des marno-calcaires dont les bancs sont séparés par des marnes à Ammonites écrasées.

Au N du Grouz, entre le méridien de Teniet Zaït et l'Aïn Tanezzara, le Toarcien très peu épais a fourni des fossiles dans les calcaires entaillés par l'Oued Lbel à sa sortie de la montagne : *Hildoceras semipolitum*, *H. sublevisoni*, *H. bifrons*, *Hammatoceras insigne*, *H. perplanum*, *H. Victorii*, *Polyplectus discoides*, *Pseudolioceras*

*beauliziense*, puis la série devient marneuse et renferme alors des *Hildoceras* aff. *bifrons* en petits exemplaires pyriteux.

Le Toarcien de l'extrémité orientale de l'Haïmeur est représenté par des marno-calcaires gréseux, à débris végétaux, à *Hildoceras bifrons*, *Lillia gradata*, *L. Bayani*, *L. alticarinata*, *Brodiceras clausum*, *Pseudogrammoceras fallaciosum*, auxquels succèdent des calcaires bleus, bréchiques, à petits éléments de calcaires jaunes à entroques, lités, en bancs de 0 m. 25, séparés par des marnes rouges et vertes.

### 3. Aalénien.

L'Aalénien marneux, vert, forme des buttes au N du J. Maïz ; des bancs calcaires s'intercalent à sa partie supérieure. Peu fossilifère ici, il a fourni cependant : *Lytoceras rugulosum*, *Phylloceras ultramontanum*, *Ph. tatricum*, *Ph. Nillsoni*, *Lioceras concavum*, *Grammoceras fluitans*, *Ludwigia arcitenens*.

Dans la partie occidentale du Synclinal de l'Oued Tisserfine, ainsi qu'au S de Teniet Zaït, des marnes bleu-vert font suite à celles qui appartiennent déjà au Toarcien. Elles sont intercalées d'abord de niveaux gréseux grossiers, dont les éléments sont des cailloux de Paléozoïque, puis de calcaires à *Cancellophycus* et de marno-calcaires. On passe alors insensiblement au Bajocien à Ammonites. Les plus riches faunes ont été recueillies le long du contact anormal qui court au pied du J. Maïz et par lequel les calcaires du Lotharingien sont refoulés contre le Lias supérieur et le Bajocien. Les gisements s'égrènent ainsi depuis le N du Bordj Abou el Kéhal jusqu'à Aouinet Aïcha. Nous avons déterminé : *Phylloceras tatricum*, *Ph. ultramontanum*, *Lytoceras ophioneum*, *Haplopleuroceras subspinatum*, *Tmetoceras scissum*, *Lioceras opalinum* et espèces voisines, *Ludwigia Murchisonae* et variétés, *L. arcitenens*, *L. aalensis*, *Grammoceras mactra*, *Harpoceras costula*, *Dumortieria Lensbergi*, *Erycites fallaw*, etc... En tout, plus de cinquante espèces ou variétés.

L'Aalénien marneux forme une côte à l'extrémité orientale du J. el Haïmeur et c'est là, au Teniet Zerga, que passe la route de Figuiç à Oujda. Nous avons recueilli : *Lytoceras ophioneum*, *Phylloceras tatricum*, *Lioceras opalinum*, *Pseudogrammoceras Werthi*, etc...

### 4. Bajocien.

Nous n'avons pas étudié cet étage au N du J. Maïz.

Dans le Synclinal de l'Oued Tisserfine, le faciès marneux de l'Aalénien se poursuit dans le Bajocien inférieur, mais, à mesure que l'on s'élève dans la série, les bancs calcaires deviennent plus nombreux. A Ras el Mrit, nous avons reconnu la présence de : *Ph. Thevenini*, *Witchellia laeviuscula*, *Emileia Brocchi*, *Haugia*



*variabilis*, *Cadomites Braikenridgei*, *C. Humphriesianum*, *Strigoceras Truellei*, *Sonninia* cf. *Sowerbyi*, *S. sulcata*, *S. pinguis*, *S. corrugata*, *S. Buckmanni*, *S.* voisine de *S. crassispina*.

Un peu plus à l'W, au méridien du kilomètre 830, des marnes et des grès verts alternant avec des calcaires à débris et des calcaires oolithiques nous ont donné de gros exemplaires d'*Emileia polyschides* ; plus haut, s'intercalent des dolomies, des grès et des calcaires gréseux.

Au pied du J. Maïz, des Ammonites bajociennes ont été trouvées dans des bancs proches de ceux de l'Aalénien fossilifère.

En revenant vers l'E, entre Ed Dfilia et le J. el Haïmeur, des collines émergeant de la plaine montrent, au-dessus de calcaires et de marno-calcaires sans fossiles, des calcaires marneux et des marnes à *Phylloceras Circe*, *Ph. Velaini*, *Cadomites Humphriesianum*, puis des marno-calcaires et des marnes riches en Pholadomyes, Gonioomyes, Trigonies. Elles se terminent par des calcaires à entroques noirs, à Polypiers. La série du Jurassique moyen s'étale ensuite largement entre Grouz et Maïz, où elle est représentée par des calcaires oolithiques, des marnes gréseuses vertes et rouges et des grès verts à ripplemarks.

Au Teniet Zerga, nous considérons comme bajociennes, sans preuves paléontologiques d'ailleurs, les assises franchement calcaires à *Cancellophycus* et à entroques qui, visibles sur une quinzaine de mètres de puissance, forment le premier kreb au N de Figuig.

## C. — DESCRIPTION DE QUELQUES ESPÈCES DE CÉPHALOPODES

### I. — LOTHARINGIEN.

*Oxynoticeras Choffati* POMPECKJ, *Note sur les Oxynoticeras...*, pl. I, fig. 2.

Forme très aplatie, pourvue de très fines côtes d'abord droites, puis se courbant vers l'avant. Spire très embrassante ; paroi ombilicale abrupte. Ligne cloisonnaire conforme à celle qui est figurée par Pompeckj. L'ornementation est un peu plus accusée que sur l'échantillon du Portugal et se rapproche de celle qui est réalisée chez *Amaltheus lenticularis*. Y. et B., espèce domérienne.

Nombreux échantillons, Teniet des Ouled Haïmeur.

*Oxynoticeras* cf. *Simpsoni* BEAN, in WRIGHT, pl. XLVIII.

Un échantillon usé, montrant de gros plis radiaux.

Teniet des Ouled Haïmeur.

**Oxynoticeras subundulatum** PIA, ou **O. Wietschirei** WRIGHT, pl. XLVIII.

Un échantillon usé, à petit ombilic, côtes nombreuses, bifurquées très bas et légèrement flexueuses.

J. el Haïmeur.

**Oxynoticeras Victoris** DUM., *Lias inférieur*, pl. LXII.

Deux échantillons. L'un est identique à l'espèce-type. L'autre présente quelques différences de costulation. L'Ammonite décrite par Krumbeck dans la « Paléontologie de Timor », 1923, pl. CLXXVII, fig. 8, sous le nom de *Grammoceras timorensis*, présente quelque analogie avec cette espèce.

Flanc N du J. Grouz, cote 1723.

## II. — DOMÉRIEN.

**Aulacoceras inflatum** STOP. in MENEGHINI, *Calc. rouge ammonitique*, pl. XXVI, fig. 6, 7, 8.

Trois échantillons typiques ; à la partie supérieure du Domérien.

El Mrit, route d'Oujda.

**Arieticerias Lottii** GEMM., in BETTONI, *Brescia*, pl. V, fig. 15.

Coquille à tours relativement étroits, à côtes simples, radiales.

Teniet Zerga.

**Arieticerias Juliae** BON., in FUC., vol 5, pl. VI, fig. 5.

Comparée à l'espèce précédente, la spire est plus évolutive, les tours sont plus étroits.

Flanc N du J. Maïz.

**Aegoceras brevispina** D'ORB. sp., pl. LXXIX, et STOPANI, pl. X, fig. 3.

On voit notamment les côtes simples, radiales, espacées, binodules ; la partie ventrale, malheureusement usée, paraît lisse et faiblement arrondie.

Un échantillon, flanc N du J. Maïz.

**Aegoceras Sellae** GEMMELLARO, C. à T. *Aspasia*, pl. III, fig. 1-5.

Fragment aplati et déformé, où les tubercules sont situés au milieu du tour ; ils donnent naissance à des faisceaux de côtes qui passent la région siphonale.

Un échantillon, Ras el Mrit.

**Deroceras submuticum** OPP. sp. in QUENSTEDT, pl. XXXIII, fig. 7-9.

Il existe d'abord des côtes fines à peu près parallèles entre elles, s'arrêtant par groupes de deux ou trois sur la région siphonale

à un tubercule, puis des côtes simples terminées chacune par un tubercule. L'ornementation est très atténuée à la région ombilicale inclinée en pente très douce.

Un échantillon, Oued el Mrit, route d'Oujda.

**Deroceras muticum** D'ORB., *Pal. fr.* pl. LXXX.

Cette espèce conserve, dans ses tours adultes, l'ornementation que *D. submuticum* possède dans ses tours jeunes, c'est-à-dire qu'elle est constituée par des côtes en faisceaux venant se réunir à la partie ombilicale à un tubercule aigu. L'ornementation de côtes simples tuberculées n'est pas réalisée.

Oued el Mrit, route d'Oujda.

**Deroceras evolutum** FUCINI, vol. 27, pl. V, fig. 14.

Ornementation de même type que celle de *D. muticum*, mais plus lâche.

Oued el Mrit, partie supérieure du Domérien.

**Deroceras Gemmellaroi** FUC., vol. 27, pl. VI, fig. 1.

Cette espèce se reconnaît au fait que les tubercules siphonaux font suite à des faisceaux de côtes élargies vers le milieu des tours. Sud du bordj Abou el Kehal, flanc N du J. Maïz, Oued el Mrit, route d'Oujda.

**Grammoceras celebratum** FUC., vol. 6, pl. X, fig. 1.

Les côtes fines, flexueuses sont très serrées. Très comprimée, cette Ammonite ne présente à la partie ventrale qu'une carène, ce qui aide à la différencier de *Gr. Isseli*.

Un échantillon, flanc N du J. Maïz.

**Grammoceras Marianii** FUC., in LANQUINE, Thèse, pl. III, fig. 4.

Espèce où les côtes simples, fortes, partent de l'ombilic en s'infléchissant vers l'avant, puis prennent à peu près le mouvement des côtes de *Gr. Normanianum*, mais avec une courbure nettement moins prononcée.

Un échantillon, flanc N du J. Maïz.

**Grammoceras Isseli** FUC., vol 6., pl. IX, fig. 6-8.

Les côtes serrées sont assez peu flexueuses et sont plutôt rebrousées vers l'arrière. Les tours sont peu embrassants.

Six échantillons, flanc N du J. Maïz.

**Seguenziceras Bonarellii** FUC., vol. 6, pl. X, fig. 4-5 et LANQUINE, Thèse, pl. V, fig. 1.

Aux tours internes, le mouvement des côtes est très voisin de celui

de *H. Lavinianum*, mais les côtes des tours externes marquent un retour en avant sur la région siphonale.

Un exemplaire, flanc N du J. Maïz.

**Seguenziceras algovianum** OPP., sp., in TERMIER, Thèse, pl. XXII, fig. 8.

Très bonne espèce du Domérien moyen, fréquente au Maroc.

J. el Haïmeur, route d'Oujda.

**Coeloceras Mortilleti** FUC., vol. 6, pl. XIII, fig. 11.

Forme où les côtes sont simples, fines et serrées et passent la région siphonale.

Flanc N du J. Maïz.

**Coeloceras indunense** MENEGH. in FUCINI, vol. 6, pl. XIII, fig. 5.

Voisine de l'espèce précédente, s'en distingue par une ornementation un peu plus lâche.

Deux échantillons, flanc N du J. Maïz.

**Hildoceras Portisi** FUC., vol. 11, pl. XLI, fig. 13.

Côtes assez peu flexueuses et serrées.

Deux échantillons, flanc N du N du J. Maïz.

**Hildoceras Lavinianum** MENEGH., in FUCINI, vol. 11, pl. III, fig. 2.

Ici, les côtes sont régulières et se dirigent vers l'avant dès leur départ de l'ombilic, puis au tiers interne, prennent une direction inverse.

Deux échantillons, flanc N du J. Maïz, Ras el Mrit à la route d'Oujda.

**Hildoceras Lavinianum**, var. **dissimilis** FUC., vol. 11, pl. III, fig. 14.

Coquille à accroissement rapide ; côtes nombreuses. Sur le tiers interne du flanc, une légère dépression du tour correspond à la sinuosité des côtes.

Un échantillon, flanc N du J. Maïz.

**Hildoceras Lavinianum**, var. **conjungens** FUC., vol 6, pl. XII, fig. 2.

Les côtes sont plus sinueuses que précédemment. Le bord ombilical est assez haut et anguleux.

Trois échantillons, flanc N du J. Maïz.

**Hildoceras Lavinianum**, var. **retroflexa** FUCINI, vol 11, pl. III.

Côtes presque rectilignes, revenant un peu vers l'arrière et butant directement contre la carène.

Un échantillon, Ras el Mrit.

**Hildoceras Capellinii** Fuc., vol. 10, pl. XXI, fig. 4.

Malgré l'état d'usure de l'échantillon, on peut constater que les côtes très espacées sont fortement infléchies vers l'arrière dès le tiers externe.

Un échantillon, flanc N du J. Maïz.

**Hildoceras inclytum** Fuc., vol. 10, pl. XXI, fig. 20.

Côtes aussi tournées vers l'arrière, mais ne présentant pas de point de rebroussement.

Un échantillon, flanc N du J. Maïz.

**Leioceras Scuderi** Fuc., vol. 29, pl. XIV, fig. 13-14.

Un échantillon montrant des côtes aplaties en rubans, de tracé très falculiforme ; leur angle d'inflexion est très arrondi, quoique très prononcé.

Flanc N E du J. Maïz, près de Toumiet.

**Leioceras permirabile** Fuc., vol. 29, pl. VII, fig. 1.

Cette espèce de Fucini, dont nous ne possédons qu'un exemplaire, semble être une variété à côtes rubannées de *H. celebratum* ; le mouvement des côtes est moins accentué que chez *L. Scuderi*.

Teniet Zerga, route d'Oujda.

**Tauromenia Nerina** Fuc., vol. 31, pl. XXVI, fig. 3.

L'échantillon, conforme à la figure de la Paléontologie italienne, montre des côtes le plus souvent radiales et simples, mais parfois aussi des côtes bifurquées dès l'ombilic.

Cinq échantillons, flanc N du J. Maïz, Oued el Mrit, route d'Oujda.

**Tauromenia illustris** Fuc., vol. 31, pl. X, fig. 6.

Forme où les tubercules ombilicaux sont bien visibles. Les côtes simples sont fortement appuyées.

Deux échantillons, El Mrit, route d'Oujda.

**Emaciatoceras zancleanum** Fuc., vol. 31, pl. XI, fig. 13.

Échantillons en mauvais état de conservation, ne montrant pas la région siphonale. On pourrait les placer très près de *E. emaciatum*.

Teniet Zerga et au N-E du J. Maïz.

### III. — TOARCIEN.

**Hildoceras aff. bifrons** BRUG., sp.

Deux petits échantillons pyriteux au S de Teniet Zaït.

**Hildoceras sub Levisoni** Fuc., in MERLA, vol. 33, pl. VII, fig. 10.

Cette espèce se distingue de *H. bifrons* par ses côtes plus serrées et de *H. semipolatum* par le recouvrement moindre des tours internes.

Plusieurs échantillons de l'Oued Lbel.

*Lillia alticarinata* MERLA, vol. 33, pl. V, fig. 1-3.

Les côtes s'espacent de plus en plus avec l'âge, prennent leur départ par faisceaux de trois au niveau de tubercules peu accentués.

Trois échantillons, Teniet Zerga.

*Lillia gradata* MERLA, vol. 33, pl. IV, fig. 8.

Forme voisine de la précédente, mais chez laquelle les faisceaux de trois côtes semblent bien séparés les uns des autres.

Un échantillon, Teniet Zerga.

*Lillia Bayani* DUMORTIER, in MERLA, vol. 33, pl. IV, fig. 4-5.

Côtes accolées deux par deux au niveau d'un tubercule ombilical, puis s'écartent et s'infléchissent vers l'avant d'une façon un peu plus prononcée que sur le type décrit par Merla.

Un échantillon, Teniet Zerga.

*Hammatoceras Victorii* BONN., in MENEGHINI, *Amm. rosso*, pl. XIV, fig. 1-2.

Un échantillon identique à l'exemplaire figuré : les côtes, d'abord un peu noduleuses, se bifurquent régulièrement ; elles sont un peu flexueuses. Présence de constriction.

Oued Lbel.

*Pseudolioceras beauliziense* MON., *Amm. Toarc. sup.*, p. 30, pl. I, fig. 1-4-7 ; pl. IV, fig. 28.

Un seul exemplaire. Forme voisine de *P. Authelini*. La paroi ombilicale, d'abord arrondie, jusqu'au diamètre de 2 centimètres, tombe ensuite à pic. L'ornementation et le mode d'enroulement de la spire sont très semblables aux types de Monestier. L'épaisseur de la coquille est moins forte sur l'échantillon marocain.

Oued Lbel.

#### IV. — AALÉNIEN.

*Phylloceras tatricum* PUSCH., in VACEK, pl. V, fig. 1-6.

Certaines coquilles ayant conservé une partie de leur test, on voit l'ornementation de côtes fines, très peu flexueuses et la présence de quatre constriction par tour ; constriction peu marquées d'ailleurs.

Soixante échantillons, flanc S du J. Maïz, Et Toumiet, Ras el Mrit, Teniet Zerga.

**Phylloceras Thevenini** MONESTIER, *Toarcien sup. de l'Avcyron*, p. 10, pl. III, fig. 32-35, pl. IV, fig. 7.

Flancs plats, à peu près parallèles, 5 à 6 sillons concaves par tour, plus accusés au niveau de l'ombilic qu'à la région ventrale où ils sont très peu visibles.

Flanc S du J. Maïz, Ras el Mrit, Kreb au N du J. el Haïmeur.

**Erycites fallax** BEN., *in* VACEK, pl. XV, fig. 1-9.

Ornementation typique quoique les côtes primaires soient plus ou moins accentuées. La section des tours varie suivant les individus. Ligne cloisonnaire identique à celle qui a été figurée par Vacek.

Une dizaine d'échantillons, Z. à *opalinum*, Ras el Mrit.

**Hammatoceras pertinax** VACEK, pl. XVI, fig. 5.

Deux échantillons, dont un bien conservé, absolument identique au type. Le dessin de la ligne cloisonnaire, très compliquée, coïncide exactement avec le dessin original.

Zone à *opalinum*, flanc S du J. Maïz.

**Hammatoceras pugnax** VACEK, pl. XVI, fig. 3-4.

Un échantillon, flanc S du J. Maïz, Z. à *opalinum*.

**Ludwigia Murchisonae** SOW., *in* VACEK, pl. VII, fig. 5.

Ornementation grossière, côtes flexueuses, sans présenter de point de rebroussement ; les côtes intercalaires se raccordent aux côtes principales ou s'arrêtent au milieu du flanc.

S du J. Maïz.

**Ludwigia Murchisonae**, var. **Baylei** BUCKMAN, pl. III, fig. 6-7.

Les côtes falciformes, rapprochées, atténuées autour de l'ombilic, sont le plus souvent bifurquées à leur point de rebroussement.

Nombreux échantillons, S du J. Maïz.

**Lioceras opalinum** REINECKE.

Avec ses côtes très fines et très serrées, l'espèce-type est rare dans la région de Figuiç, par contre, ses variétés sont fréquentes :

Var. **compta** BUCKM., pl. XIV, fig. 1-6,

où les côtes, à intervalles à peu près réguliers, sont plus accentuées et semblent se réunir par faisceaux.

Flanc S du J. Maïz, Teniet Zerga.

Var. **lineata** SCHNEIDER, pl. XIV, fig. 1-6,

où l'inflexion des côtes est à peine sensible sur le milieu du tour.

Flanc S du J. Maïz.

Var. *bifidata* BUCKM., pl. VII, fig. 1-4,  
 où les côtes encore falciformes, sont moins fines et moins serrées.  
 Un renflement annonçant un tubercule à l'ombilic.  
 Flanc S du J. Maïz.

*Lioceras subcostosum* BUCKM., Suppl. pl. VI, fig. 5-7.  
 Côtes épaisses, souvent bifurquées à mi-hauteur.  
 Deux échantillons, flanc S du J. Maïz.

*Lioceras uncinatum* BUCKM., Suppl. pl. V, fig. 7-11.  
 Les côtes sont plus flexueuses sur le milieu du tour. La chute de  
 l'ombilic est anguleuse.  
 Flanc S du J. Maïz.

*Lioceras apertum* BUCKM., pl. X, fig. 10-11.  
 Les côtes, bifurquées près de la base, sont fortement projetées  
 jusqu'au milieu du tour, d'où, par un brusque coude, elles reviennent  
 vers l'arrière.  
 Flanc S du J. Maïz, Zone à *concauum*.

*Lioceras concauum* Sow., in BUCKM., pl. VIII, fig. 1-8.  
 Les côtes en forme de virgule, à la moitié supérieure du tour, se  
 raccordent à l'ombilic en devenant droites et, ce faisant, s'atténuent.  
 El Toumiet, flanc S du J. Maïz.

*Grammoceras subcomptum* BRANCO, in BUCKM., pl. XXX,  
 fig. 11.

Trois échantillons du Teniet Zerga. L'un montre des tours internes  
 pyriteux, ornés de faisceaux de côtes larges et espacés ; les tours  
 externes calcaires ont des faisceaux de côtes plus minces et plus  
 rapprochées. Un deuxième échantillon présente la même ornementation.  
 Sur le troisième, les faisceaux de côtes sont moins appuyés.  
 Un autre échantillon du flanc S du J. Maïz. Z. à *opalinum*.

*Cotteswoldia* aff. *paucicostata* BUCKM., in ROMAN et BOYER,  
 pl. IV, fig. 4.

Un fragment qui ne se distingue de l'échantillon figuré par MM. Roman  
 et Boyer que par un léger mouvement vers l'avant au départ  
 de l'ombilic.

Flanc S du J. Maïz.

*Haplopleuroceras subspinatum* BUCKMAN, pl. XLIX, fig. 5-6.  
 Sur un échantillon, les tours internes montrent des tubercules à l'origine  
 et à la terminaison des côtes comme sur la figure pl. LI, 4-10 de  
 Buckman. Sur un autre, les tubercules sont assez peu marqués et  
 n'existent pas sur toutes les côtes, de même façon d'ailleurs que sur



la fig. 6, pl. LI de Buckman. Le mouvement des côtes est conforme, les tours sont évolutés.

Deux échantillons, flanc S du J. Maïz. Zone à *concauum*.

**Sonninia subspinoso** BUCKM., pl. XLIX, fig. 8-9.

Petit échantillon à tubercules saillants et rapprochés dont se détachent trois côtes. D'allure voisine d'*Hammatoceras subinsigne* figuré par Vacek (pl. XIV, fig. 3), elle s'en distingue par la cloison aux lobes nettement trifides.

Flanc S du J. Maïz. Z. à *concauum*.

## V. — BAJOCIEN.

**Phylloceras Circe** HÉBERT, *B. S. G. F.* 1866, t. XXIII, p. 526.

Un seul petit échantillon où les sillons dessinent un angle au milieu du tour et traversent la partie siphonale avec une faible concavité vers l'avant.

Kreb au N du J. el Haïmeur.

**Phylloceras Nilsoni** HÉBERT, *B. S. G. F.*, 1866, t. XXIII, p. 526 et VACEK, pl. IV, fig. 1-7.

Les constriction, au nombre de cinq par tour, subissent une très légère ondulation vers le milieu des flancs.

Deux échantillons, S du J. Maïz et El Toumiet.

**Phylloceras Velaini** MUNIER-CHALMAS.

Un petit échantillon déterminé d'après les collections de la Sorbonne.

Kreb au N du J. El Haïmeur.

**Cadomites Humphriesianum** Sow. sp. v. la synonymie *in* FALLOT et BLANCHET, p. (74)-146.

Au diamètre de 8 mm., les côtes principales se bifurquent à partir de tubercules situés au tiers interne du flanc. Au diamètre de 10 mm., les côtes tendent progressivement à s'espacer et, de place en place, donnent naissance à trois côtes partant des tubercules.

Un exemplaire du Bajocien de Sully, que nous avons décortiqué jusqu'au diamètre des échantillons marocains, nous a montré l'identité d'ornementation des tours internes.

Deux échantillons, Kreb au N du J. El Haïmeur.

Un autre fragment, à un stade plus avancé, quoique de section plus aplatie, laisse deviner les caractéristiques de cette espèce.

Près de l'Aouinet Aïcha.

**Cadomites Braikenridgei** Sow., sp., in FALLOT et BLANCHET, pl. X, fig. 1-3.

Deux fragments à tours peu élevés et à bifurcations régulières.

Ras el Mrit.

**Cadomites Baylei** OPP. sp., in FALLOT et BLANCHET, p. 155, pl. V, fig. 1-3 et pl. VI, fig. 1.

Un fragment correspondant à une Ammonite de 65 mm. de diamètre environ. Deux tours visibles. Sur le tour externe, l'ornementation est identique à celle qui est décrite par M. Fallot : « côtes ombilicales droites, terminées au milieu des flancs par un tubercule dont partent très régulièrement deux côtes secondaires arrondies, une troisième côte s'ajoutant au faisceau en s'intercalant entre deux tubercules, mais sans s'y réunir ». Cette espèce est abondante dans le Banc vert de Port-en-Bessin, à la base du Bajocien moyen.

Ras el Mrit.

**Emileia Brochii** Sow. sp., in GILLET, pl. V, fig. 7.

Les jeunes de cette espèce se caractérisent par leur ombilic profond, leur forme presque sphérique. Au fur et à mesure de leur croissance, ils perdent cet aspect globuleux et acquièrent une ressemblance très prononcée avec *Emileia polyschides* qui, jeune ou âgé, demeure toujours discoïdal. Les lignes cloisonnaires sont les mêmes chez les deux espèces.

Onze échantillons, Ras el Mrit et six échantillons, Kreb au N du J. el Haïmeur.

**Emileia Sauzei** D'ORB. sp., in LANQUINE, Thèse, pl. IX, fig. 6, p. 293.

Exemplaires déformés, mais où se reconnaissent les tubercules ombilicaux. Les côtes sont plus marquées et plus espacées que chez l'espèce précédente avec, aux tours internes, la forme et l'ornementation très voisine de celles qui sont réalisées chez *E. Brochii*.

Plus tard, on perçoit une tendance au déroulement ; l'ornementation se compose de côtes fortes, espacées comme chez *E. contracta* qui, pour Mlle Gillet (*op. cit.*, p. 92), s'identifie à *Sauzei*.

Quatre échantillons, Ras el Mrit.

**Sonninia Buckmani** HAUG, *B. S. G. F.*, 1893, pl. IX, fig. 4.

Les tours internes portent de petits tubercules ; plus tard, ils disparaissent et les côtes se groupent deux par deux.

Un échantillon, Ras el Mrit.

**Sonninia Sowerbyi** MILLER in WAAGEN, pl. XXVII, fig. 2 et GILLET, p. 19, pl. I, fig. 6.

Toutes les quatre côtes environ, un tubercule sur le milieu des tours

Bull. Soc. Géol. Fr. (5) X. — 6.

donnant naissance à des faisceaux de trois côtes dirigées vers l'avant et disparaissant près des sillons qui bordent la carène.

Ras el Mrit et flanc S du J. Maïz.

**Sonninia sulcata** BUCKM., in HAUG, *B. S. G. F.*, 1893, pl. IX et X, fig. 9 et 1-3.

Côtes jumelées et flexueuses dirigées vers l'arrière.

Un échantillon, Ras el Mrit.

**Sonninia pinguis** ROEM., in HAUG, *B. S. G. F.*, 1893, pl. VIII, fig. 5.

Tours plus épais que haut, les côtes disposées par faisceaux sont flexueuses, mais non dirigées vers l'arrière comme dans l'espèce précédente.

Un fragment, Ras el Mrit.

**Paecilomorphus** n. sp. ?

Un exemplaire, voisin de *P. infernensis* Roman (Montagne de Crusol), mais chez lequel, les côtes sont plus flexueuses.

Ras el Mrit.

**Strigoceras Truellei** D'ORB., sp., pl. CXVII.

Cette espèce, de forme et d'ornementation bien caractéristiques, est connue en Europe dans le Bajocien supérieur surtout. Toutefois, elle, ou une espèce affine, a été signalée par M. Lanquine dans le Bajocien inférieur de Provence.

Six échantillons, Ras el Mrit.

#### RÉSUMÉ ET REMARQUES

*En résumé*, la série stratigraphique du N de Figuig montre, au-dessus du Trias, des dolomies et des calcaires débutant peut-être dans l'Hettangien, mais pour une part, certainement sinémuriens. Cette série peut être rapprochée de celle qu'a observée N. Menchikoff<sup>1</sup> dans la région de Bou Anane, à 150 km à l'O de Figuig, où notre confrère a signalé des calcaires à *Arnioceras*.

Lotharingien à *Oxyntoceras*, ainsi que Pliensbachien au J. el Haïmeur et dans la partie orientale du J. Grouz, passent vers l'W à un ensemble principalement dolomitique, comme l'avait prévu Menchikoff. Au J. Maïz, ces étages sont envahis par le faciès dolomitique, aussi n'y avons-nous pas trouvé les niveaux à Céphalopodes.

Avec le Domérien, deux ensembles : à la base, des marno-calcaires à empreintes végétales (?), mais riches aussi en Ammonites,

1. N. MENCHIKOFF. Études géologiques sur les confins algéro-marocains du Sud. *B. S. G. F.* (5), t. VI, p. 131-148, 1936.

puis des brèches et des calcaires rouges encrinétiques paraissant indiquer un certain état d'instabilité du fond marin. Vers l'W, il semble que ces deux groupes d'assises passent à des formations dolomitiques. La faune domérienne est riche en espèces décrites par les auteurs italiens dans les Alpes lombardes.

Le Toarcien semble d'épaisseur réduite, mais la présence d'*Hildoceras sub-Lewisoni* et celle d'*H. bifrons* montrent qu'au moins les niveaux inférieur et moyen de l'étage sont représentés. Le faciès calcaire fait place, vers le haut, au faciès marneux qui est habituellement celui de l'Aalénien.

Celui-ci est connu avec ses quatre zones, ainsi que l'a montré M. P. Russo. Ses faunes d'Ammonites sont très riches et comparables non seulement à celles qu'ont décrites MM. Daguin et Dubar, notamment dans le Haut-Atlas oriental, mais à celles de la région pré-rifaine connues par les travaux de MM. Abrard, Daguin, Lacoste, etc...

La réduction du Toarcien, la présence de grès grossiers à éléments de Paléozoïque à la base de l'Aalénien (ou peut-être au sommet du Toarcien) indiquent comme vraisemblable l'existence d'oscillations à cette époque, comme il s'en est produit d'ailleurs dans le Haut-Atlas de Midelt <sup>1</sup>.

Le faciès marneux se prolonge dans le Bajocien. Si l'on adopte la classification de É. Haug, nous dirons qu'en ce qui concerne la partie centrale de notre terrain d'étude (région de Mrit, SE d'Ed Dfilia) sont représentées, la zone à *Witchellia laeviuscula*, la zone à *Emileia polyschides*, avec *Cadomites Humphriesianum*, *C. Baylei* et la zone supérieure à *C. Braikenridgei* et *Strigoceras Truellei*, mais qu'elles ne paraissent pas se retrouver à l'E, à Teniet Zerga. M. Bigot nous a fait remarquer que la succession adoptée en Normandie et en Angleterre s'offre d'une façon un peu différente et qu'au-dessus des zones à *Witchellia laeviuscula* et *Sonninia* représentant le Bajocien inférieur et moyen succède le Bajocien supérieur avec la zone à *Humphriesianum* accompagné de *Strigoceras Truellei*. Cette dernière espèce, ou une espèce voisine, a d'ailleurs été signalée par M. A. Lanquine (thèse, p. 255) dans le niveau à *Sauzei* et à *Sowerbyi*. Quoiqu'il en soit, la présence de *C. Braikenridgei* date assez bien le Bajocien supérieur. Nous dirons pour terminer que, dès le Bajocien supérieur et durant une partie du Bathonien, non étudié ici, se sont déposés des calcaires renfermant une faune à dominantes de Lamellibranches, de Brachiopodes et de Polypiers. Leur font suite, des grès et des marnes vertes et rouges azoïques. Ces observations se trouvent en harmonie avec celles de M. P. Russo.

1. G. DUBAR. Sur la formation de rides à l'Aalénien et au Bajocien dans le Haut Atlas de Midelt. *CR. Ac. Sc.*, t. CCVI, p. 525, 14 février 1938.

## BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- BAYLE E. — Explication de la Carte géologique de France, 1878.
- BENECKE E. W. — Die Versteinerungen der Eisenerzformation von Deutsch-Lothringen und Luxemburg. *Abhandlungen zur geologische Spezial Karte von Elsass-Lothringen*, neue Folge, Heft VI, 1905.
- BETTONI A. — Fossili domeriani della provincia di Brescia, 1900.
- BRUN P. DE et MARCELLIN P. — Etude stratigraphique des petits causses des environs de Florac, 1934. *B. S. G. F.* t. *Hist. Nat. Toulouse*, t. LXVI.
- BUCKMAN S. — 1. A monograph of the Ammonites of the Inf. oolith. Series. 2. Yorkshire type Ammonites.
- CANAVARI M. — Sui fossili del Lias inferiore nelle Appenino centrale, 1879.
- CHAPUIS F. et DEWALQUE G. — Description des fossiles des terrains secondaires de la province du Luxembourg, 1853. *Mém. Ac. Royale Belgique*, t. XXV.
- DAGUIN F. — Sur une faune du Lias supérieur des environs de Beni Tadjit (Maroc oriental). *B. S. G. F.* (4), t. XXVII, 1927, pp. 251-255, pl. xi.
- DENCKMANN A. — Ueber die geognostischen Verhältnisse der Umgegend von Dörten nördlich Gosslar, mit besonderer Berücksichtigung der Fauna des oberen Lias. *Abh. zur geol. Spezialk. v. Preuss. u. den thuringischen Staaten*, 1887.
- DORN P. — Die Hammatoceraten, Sonninien, Ludwigen, Dorsetensien und Witcheilien des Sueddeutschen insbesondere frankischen Doggers. *Paleontographica*, t. LXXXII, 1935.
- DOUVILLÉ H. — Sur quelques fossiles de la zone à *Ammonites Sowerbyi*. *B. S. G. F.* (3), t. XIII, 1884-1885.
- DUBAR G. — Le Lias et le Jurassique de la Haute-Moulouya et du Haut-Atlas. *B. S. G. F.* (5), t. II, 1932.
- Le Lias du Haut-Atlas de Midelt (Maroc). *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. CLIX, 1934.
- DUMORTIER E. — Études paléontologiques sur les dépôts jurassiques du Bassin du Rhône : Lias inférieur, 1867 ; Lias moyen, 1869 ; Lias supérieur, 1874.
- ERNST A. — Zur Stratigraphie und Fauna des Lias in nordwestlichen Deutschlands. *Paleontographica*, t. LXV-LXVI, 1923-1925.
- FALLOT P. et BLANCHET F. — Observations sur la faune des terrains jurassiques de la région de Cardo et de Tortosa (province de Tarragone), 1923. *Treballs de l'Institutio Catalana d'Historia Natural*, vol. 1921-22, fasc. II.
- FLAMAND G.-B.-M. — Recherches géologiques et géographiques sur le haut pays de l'Oranie et du Sahara. *Thèses*. Lyon, 1911.
- FUCINI A. — *Paleontographia italica* (voir le numéro du volume dans la description des Céphalopodes).
- GEMMELLARO G.-G. — Sopra alcune Faune giuresi e liasiche, 1872.
- — Sopra alcune Harpoceratidi del Lias superiore dei dintorni di Taormina, 1885.
- — Sopra i fossili della zona con *Terebratula Aspasia* della provincia di Palermo e di Trapani, 1874.
- GÉRARD. C<sup>el</sup>. Ch. — Note sur la formation dite « Calcaire ocreux » de Meurthe-et-Moselle. *B. S. G. F.*, 5<sup>e</sup> série, t. I, 1931.
- GILLET S. — Les Ammonites du Bajocien d'Alsace et de Lorraine. *Mém. Serv. Carte Géol. Als.-Lorr.*, 1937.
- GREPPIN E. — Bajocien supérieur de Bâle, 1900. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, t. XXV.

- HAUER F.-V. — Ueber die Cephalopöden aus dem Lias der nordöstlichen Alpen, 1856.
- HAUG E. — Les chaînes subalpines entre Gap et Digne, 1891. *B. S. Carte Géol. Fr.*, t. III, n° 21.
- — Beiträge zu einer Monographie der Ammonitengattung, *Harporceras. Neues Jahrbuch für Mineralogie*, Bd. III.
- — Note sur quelques Ammonites nouvelles ou peu connues du Lias supérieur, 1884. *Bull. Soc. Géol. Fr.* (3), t. XII, 1884.
- — Etudes sur les Ammonites des étages moyens du système jurassique. Genres *Sonminia* et *Witchellia*, 1893.
- — Ueber die Polymorphidae. *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, Bd. II.
- HÉBERT E. — Observations sur les calcaires à *Terebratula diphya* du Dauphiné et en particulier sur les fossiles des calcaires de la Porte de France (Grenoble). *B. S. G. F.* (2), t. XXIII, 1865-1866.
- HILTERMANN L. — Stratigraphie und Palaeontologie der Sonninien-schichten in Onasbrück und Bielefeld. *Paleontographica*, Bd. XC, Abt. A, 1939.
- HUG O. — Beiträge zur Kenntniss der Lias u. Dogger-Ammoniten aus der Zone der freiburger Alpen. *Abhandlungen der schweizerischen u. palaentologischen Gesellschaft*. 1898.
- JANENSCH W. — Die Jurenschichten des Elsass. *Abhandlungen zur geologische Special Karte von Elsass-Lothringen*, Heft V, 1902.
- LANQUINE A. — Le Lias et le Jurassique des Chaînes provençales. *B. S. Carte Géol. Fr.*, 1929 et *Thèses Sc.*, Paris.
- MENEGHINI J. — Monographie des fossiles appartenant au Calcaire rouge ammonitique, 1867-1881.
- MERLA G. — Ammoniti giuresi del Apennino Centrale. *Pal. ital.*, t. XXXIII-XXXIV.
- MONESTIER J. — Ammonites nouvelles ou peu connues du Toarcien supérieur de l'Aveyron. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 1921.
- Ammonites rares ou peu connues et Ammonites nouvelles du Toarcien moyen du SE de l'Aveyron. *Id.*, 1931.
- Ammonites domériennes de la région SE de l'Aveyron et de quelques régions de la Lozère à l'exclusion des Amalthéidés. *Ibid.*, 1934.
- ORBIGNY A. D'. — Paléontologie française. Terrains jurassiques. Céphalopodes.
- PARONA C.-F. — Contribuzione alla conoscenza delle Ammoniti liasiche di Lombardia. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, 1896.
- PIA J. — Untersuchungen ueber die Gattung *Oxynoticeras*. *Abhandlungen K. K. Geol. Reichsanst.* Bd. XXIII, 1914.
- POMPECKJ J.-F. — Notes sur les *Oxynoticeras* du Sinémurien supérieur du Portugal et Remarques sur le genre *Oxynoticeras*. *Serv. Géol. Portugal*, t. VI, 1907.
- QUENSTEDT. — Der Jura, 1858.
- REYNES A. — Monographie des Ammonites, 1867.
- ROMAN F. — Étude sur la faune de Céphalopodes de l'Aalénien supérieur de la vallée du Rhône. *Ann. Soc. Linnéenne de Lyon* 1913.
- ROMAN F. et GENNEVAUX M. — Étude sur les terrains jurassiques de la région du Pic Saint-Loup, 1912. Montpellier, Louis Vallat.
- ROMAN F. et BOYER P. — Sur quelques Ammonites de la zone à *Ludwigia Murchisonae* du Lyonnais. *Trav. Lab. Géol. Lyon*, 1923.
- ROMAN F. et PÉTOURAUD Ch. — Étude sur la faune du Bajocien du Mont-d'Or lyonnais. *Trav. Lab. Géol. Lyon*, 1927.
- ROQUEFORT C. et DAGUIN F. — Le Lias moyen et supérieur du versant sud du Causse du Larzac. Étude d'une faune de l'Aalénien inférieur. *B. S. G. F.*, (5), t. II, 1932.

- ROSENBERG. — Die liasische Cephalopodenfauna der Kratzalpe Hagengebirge. *Beiträge zur Palaeontologie Oesterr. Ungarns u. des Orients*, 1909.
- RUSO P. — Étude paléontologique sommaire de la faune du Djebel Grouz (Sahara marocain). *B. S. G. F.* (4), t. XXIV, 1924.
- SCHNEIDER N. — Étude stratigraphique et paléontologique de l'Aalénien de Gundershoffen. *Mém. Serv. Carte Géol. Als.-Lorr.*, 1927.
- SCHRÖDER J. — Die Ammoniten der jurassischen Fleckenmergel in den bayerischen Alpen. *Paleontographica*, t. LXIX, 1927.
- STOPPANI A. — Studi geologici e paleontologici sulla Lombardia, 1857.
- TERMIER H. — Études géologiques sur le Maroc central et sur le Moyen-Atlas septentrional, t. III. Paléontologie. *Mém. Serv. Mines du Maroc*, 1936 et *Thèses*, Sciences, Paris.
- VACEK M. — Ueber die Fauna der Oolithe von Cap San Vigilio. *Abh. d. k. k. Reichanst.*, 1886.
- WAAGEN W. — Ueber die Zone des *Ammonites Sowerbyi*, 1867.
- WRIGHT J. — Monograph on the Lias Ammonites of the British Islands. *Pal. Soc.*, 1886.
-

# SUR LES PHOSPHORITES DU BAS-LANGUEDOC

PAR **Bernard Gèze**<sup>1</sup>.

## SOMMAIRE.

INTRODUCTION : Historique sommaire des recherches.

- I. — LES GISEMENTS : Répartition géographique, conditions de gisement.
- II. — L'AGE DES GISEMENTS : Anciennes hypothèses, données paléontologiques, données morphologiques.
- III. — L'ORIGINE DU PHOSPHATE ET SA LOCALISATION : Anciennes hypothèses, comparaison avec le Quercy, bauxite, fer pisolithique et phosphorite.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

BIBLIOGRAPHIE.

## INTRODUCTION

Cette note n'est que le complément d'une étude antérieure sur le mode de gisement et l'origine des phosphorites du Quercy [7]. En effet, dans le but de reconnaître si les conclusions auxquelles j'avais été conduit dans cette région conservaient ailleurs une certaine valeur, j'ai récemment visité tous les gisements du Bas-Languedoc.

A ma connaissance, il n'en existe pas d'autres en France et les plus voisins se trouveraient ensuite aux confins hispano-portugais (Estremadure), puis dans quelques grottes insignifiantes d'Algérie [10].

Découvertes entre 1878 et 1884, les phosphorites du Bas-Languedoc n'ont jamais connu l'importance économique de celles du Quercy. La plupart des exploitations ont été d'ailleurs rapidement abandonnées, sauf dans le Gard où il en existait encore vers 1914. Quant à la littérature les concernant, elle est réduite à peu de chose et, malgré des opinions fort diverses, on n'y rencontre jamais le ton de polémique passionnée si fréquent dans les écrits sur le Quercy.

### I. — LES GISEMENTS.

**Groupe de Sète (Hérault) :** Petits gisements dans les fentes du calcaire jurassique (divers niveaux), au-dessus de la batterie de Sète (invisibles aujourd'hui), entre Frontignan et la Gardiole, entre Bouzigues et Loupian.

1. Note présentée à la séance du 8 avril 1940.



Les premières reconnues dans le Bas-Languedoc (1874), ces phosphatières n'ont qu'une importance extrêmement réduite. Ce sont des remplissages de fentes, de petits gouffres et de courtes galeries souterraines où l'argile rouge et la calcite occupent la majeure partie du gisement. Le phosphate se montre généralement en placages sur les parois profondément corrodées au-dessous de lui ou encroûte des blocs calcaires isolés dans l'argile. Il semble fréquemment que l'on assiste à un passage progressif du calcaire à la calcite puis à la phosphorite ou parfois à des alternances de calcite et phosphorite, exactement comme dans le Quercy.

Les fossiles rencontrés sont presque uniquement des ossements de Cheiroptères sur lesquels nous reviendrons plus loin.

**Groupe de Quissac (Gard) :** Cavités dans la colline du Rocal, au-dessous du château de Plantat (2.500 m. à l'ENE de Quissac, Jurassique supérieur).

On a ici affaire à de véritables gouffres d'aspect assez saisissant et où l'extraction, commencée en 1882 a été arrêtée en 1884 sans que l'on soit arrivé dans un « fond de poche » [8]. La phosphorite s'y présente en rognons irréguliers, tachés de noir par l'oxyde de manganèse.

Pas de fossiles signalés ; aucun débris dans les déblais.

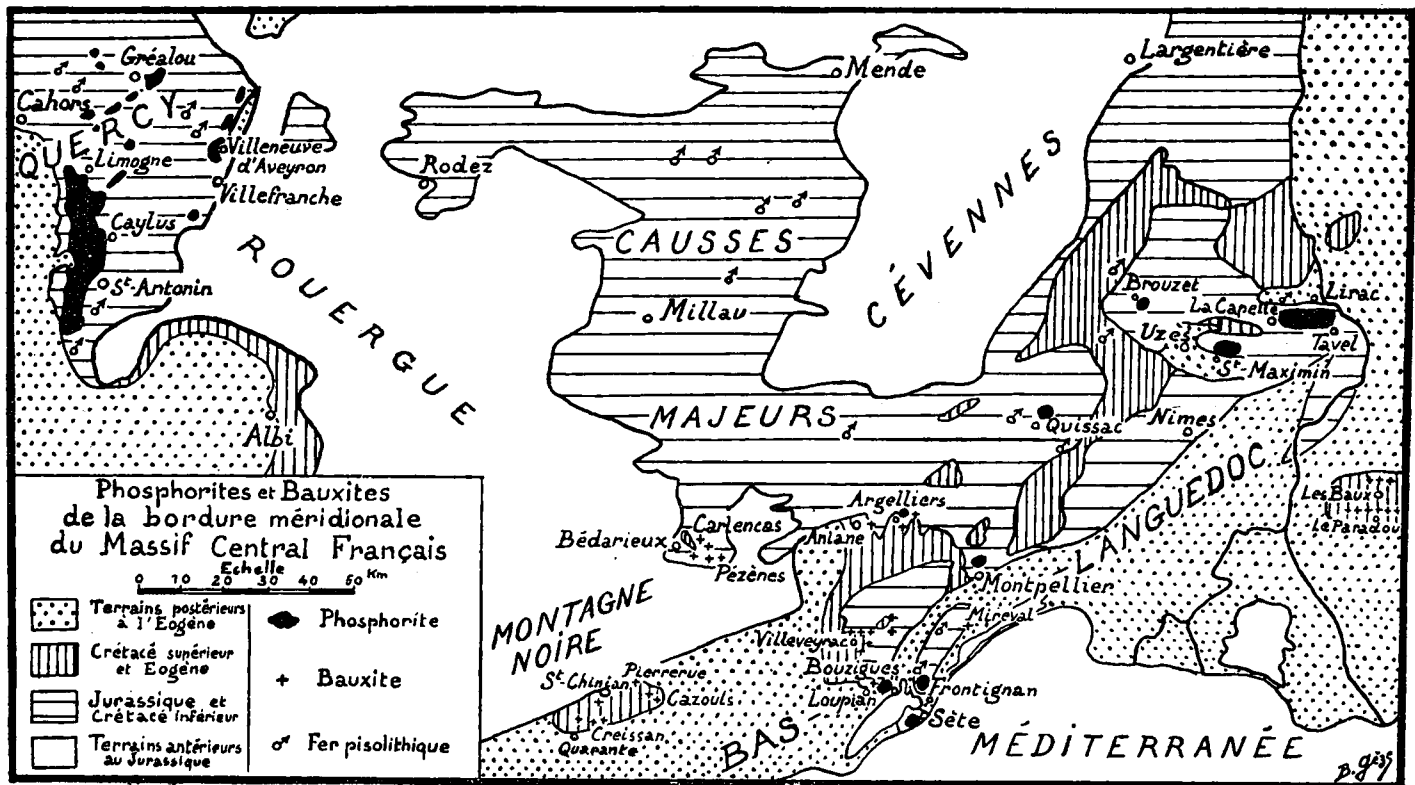
**Groupe d'Uzès (Gard) :** Gisements très nombreux, dans l'Urgonien, à Saint-Maximin, La Capelle, Saint-Victor, Lirac et Tavel.

De beaucoup les plus importants, découverts entre 1881 et 1884, sur près de 20 km. de l'W à l'E ; spécialement abondants au NE de Saint-Maximin où l'exploitation des Trois-Abîmes serait descendue à 70 m. de profondeur, dans un gouffre grandiose, et entre Tavel et Lirac où certaines collines ont été à tel point remuées qu'on ne peut guère se rendre compte des dispositions primitives. Là où cela est possible, apparaissent toujours galeries souterraines en diaclases élargies et gouffres verticaux. Dans les régions de Tavel et Lirac, Negre [11] signale des « filons » (galeries décapées par l'érosion) longs de 1.000 m. ; à Saint-Maximin, une galerie longue de 125 m. s'enfonce de 40 à 60 m. au-dessous de la surface.

La phosphorite, tantôt tachée par les oxydes de manganèse ou de fer, tantôt assez pure, se rencontre comme dans le Quercy souvent mêlée à de l'argile rouge. J'y ai aussi découvert dans les déblais de gros pisolithes phosphatés, comparables aux « perles des cavernes » de calcite, preuves de courants d'eau cascasant à l'air libre dans les successions de petits « gours » d'un ruisseau souterrain.

Quelques fossiles ont été trouvés dans les gisements de Tavel, Saint-Victor et Saint-Maximin.

Le gisement de La Capelle, que je n'ai pu visiter, mérite une mention spéciale : Depéret [3] le décrit comme composé de larges poches d'une profondeur atteignant 60 m. et remplies de sables grossiers



à grains de silex, nodules phosphatés et blocs urgoniens, sans fossiles. Peut-être y a-t-il lieu d'en rapprocher les dépôts de sables grossiers rouges que j'ai reconnus au milieu du gisement de Tavel-Lirac dans une cuvette qui paraît être une grande doline d'effondrement (500 m. de grand axe).

**Autres gisements** (Hérault et Gard) : Lacroix [9] en signale dans plusieurs petites grottes du Jurassique aux environs de Montpellier (Bourgade, Bois de l'Hôpital) ; Jeanjean [8] en indique des indices dans des fentes de l'Urgonien, dans les communes de Seynes et de Brouzet (Gard) ; enfin, j'en ai moi-même rencontré des blocs épars aux environs d'Argelliers (Hérault).

## II. — L'ÂGE DES GISEMENTS.

### Données paléontologiques.

Les fossiles trouvés dans les phosphorites du Bas-Languedoc sont assez rares dans l'ensemble. Les seuls rencontrés à profusion sont des ossements de Cheiroptères à Bouzigues, Sète, Frontignan et Saint-Maximin. Le Plantat n'a probablement jamais rien donné et l'âge de toutes ces phosphorites a seulement été défini par Depéret grâce à des fossiles de Tavel.

Depéret [3] signale en effet, à la partie supérieure de ces gisements, une certaine abondance de Vertébrés remontant en général au Quaternaire ancien, peut-être même à la fin du Pliocène (*Equus* aff. *Stenonis*, *Cervus capreolus*, *C. elaphus*, *Bos* sp., *Felis spelæus*, un Rhinocéros, un Proboscidién).

Il faut cependant remarquer que Jeanjean [8] signale à Tavel une galerie profonde renfermant *Palæotherium* et *Anoplotherium*. Si ce fait est bien exact, on doit admettre pour les phosphorites du Gard un âge ludien identique à celui d'une grande part des phosphorites du Quercy et, comme pour ces dernières, une reprise plio-quaternaire dans les couches les plus proches de la surface.

Se basant sur l'hypothèse de phosphorites récentes résultant des observations de Depéret et sur l'interprétation de la Carte géologique, Mlle Dechaseaux [2] a cru de même que des encéphales de Chauves-Souris fossiles, provenant de Bouzigues et conservés à l'École des Mines de Paris, devaient être rapportés au Pliocène ou au Quaternaire ancien. Or, grâce à l'aimable autorisation de M. le Professeur Piveteau, j'ai pu comparer ces pièces à des encéphales que j'avais rapportés de mes fouilles dans le Quercy. Ils sont extrêmement analogues, sinon identiques, et dans tous les cas leur ressemblance avec le genre *Myotis* actuel, souligné par Mlle Dechaseaux, montre qu'on ne peut en tirer un parti chronologique.

Mlle Edinger [5], par contre, signale que Revilliod [12] aurait rapporté une épiphyse humérale de Cheiroptère provenant de ce

même gisement à l'une des espèces *Palaeophyllophora olina* ou *Pseudorhinolophus Weithoferi*, toutes deux formes du Quercy.

Bien plus, M. Viret [14], étudiant des matériaux provenant de ce même gisement de Bouzigues et conservés à la Faculté des Sciences de Lyon a pu aussi assimiler les crânes des Cheiroptères en cause à ceux du *Pseudorhinolophus Weithoferi*, datant ainsi ce gisement du Sannoisien ou du début du Stampien.

### Données morphologiques.

L'étude des conditions morphologiques du Quercy et de son histoire depuis le début du Tertiaire nous avait permis de comprendre l'évolution des gisements de phosphorite et d'expliquer leur localisation. Dans le Bas Languedoc, malheureusement, les péripiétés tectoniques et même la série stratigraphique tertiaire sont encore insuffisamment précisées car très variables d'un point à un autre ; aussi une discussion basée sur des considérations d'évolution morphologique ne peut elle entraîner ici que des présomptions mais non des certitudes.

MM. Baulig [1] et George [6] ont insisté sur l'importance des aplanissements éocènes qui ne se différencient d'ailleurs guère de la surface de fin du Crétacé. Mes observations dans la région montpelliéraine confirment en tous points cette idée. En bien des endroits, le rôle d'aplanissement du Pliocène s'est borné à décaper les couches tertiaires antérieures qui voilaient la topographie crétacée. C'est seulement à l'approche de la mer ou dans d'étroits bassins synclinaux pincés entre les blocs calcaires du Jurassique ou du Crétacé inférieur que des aplanissements post-miocènes sont sensibles.

Dans ces régions, l'âge des cavités peut être fort ancien : ainsi des grottes remplies de bauxite, donc antérieures au Crétacé supérieur, se montrent à Villeveyrac, Loupian et Mireval, non loin des gisements du groupe de Sète.

Les phosphatières de Bouzigues s'ouvrent même dans une surface calcaire aplanie avant le Miocène sous lequel elles s'enfoncent. Une reprise d'érosion postérieure due à des failles SW-NE qui intéressent le Miocène n'est cependant pas impossible.

De même les surfaces d'aplanissement de la région d'Uzès paraissent anté-miocènes. Sans doute de nombreuses retouches d'érosion postérieure s'y devinent, mais les gouffres à phosphate qui s'ouvrent toujours sur les points hauts de la pénéplaine (alt. 200 à 250 m. à Tavel, Lirac, Saint-Victor ; 180 à 200 m. à Pouzilhac, Valliguières, Saint-Maximin) appartiennent certainement à l'un des plus anciens cycles d'érosion.

### III. — L'ORIGINE DU PHOSPHATE ET SA LOCALISATION.

Comme dans le Quercy, en présence de débris organiques, la plupart des auteurs ont conclu d'abord à l'origine animale du phosphate de chaux. Cependant, les fossiles ont ici une fréquence tellement restreinte que cette hypothèse ne peut résister à l'observation.

Wickersheimer [15] croyait que le phosphate des dépôts de Sète s'était formé, en même temps que la dolomie des calcaires encaissants, peu de temps après la sédimentation et avant le durcissement des couches.

Beaucoup plus vraisemblable est l'hypothèse de Depéret [3], reprise par Negre [11], selon laquelle le phosphate des gisements du Gard proviendrait du remaniement des nodules phosphatés du Gault ; les sables grossiers à grains de silex de La Capelle et des phosphates sableux pauvres trouvés dans une galerie de Saint-Maximin confirmant bien, d'ailleurs, la réalité de remaniements et de transports.

Néanmoins, il faut remarquer que le Gault n'existe pas dans la région montpelliéraine et qu'en bien des endroits du Gard il a totalement disparu. Sans doute, il est très probable qu'il a contribué localement à l'accumulation phosphatée, mais il ne saurait en expliquer la généralité dans le Bas Languedoc.

De plus, il est remarquable de constater l'association de la phosphorite avec les dépôts de manganèse, le fer pisolitique et les argiles rouges bauxitiques<sup>1</sup>.

Cette association laisse supposer, comme nous l'avions admis dans le Quercy, l'origine commune de ces divers éléments, résidus de décalcification des Causses actuels mais plus encore de tous les dépôts qui recouvrirent de si grands espaces dans les Cévennes méridionales. Après entraînement et concentration dans certaines zones privilégiées à la périphérie du Massif Central, ces éléments ont, sans doute, subi une légère latéritisation. Le phosphate a formé des concrétions de phosphorite au contact du calcaire dans des gouffres qui furent comblés par ces nouveaux matériaux.

Mais, tandis que dans le Quercy nous n'avons observé l'épandage de ces sédiments résiduels qu'en une seule phase d'assez longue durée, on en rencontre deux principales dans le Bas Languedoc : la première est celle consécutive à l'aplanissement du Crétacé inférieur. Les dépôts en sont des argiles ferrugineuses et surtout les bauxites de l'« Isthme durancien » classique.

La deuxième phase, consécutive à l'aplanissement éocène, a

1. Les analyses de différentes phosphorites recueillies, d'argiles phosphatées et de calcaires encaissants ont été interrompues par la guerre. On voudra bien m'excuser de ne pas fournir ici les chiffres précis qui seraient désirables.

permis la formation d'argiles encore bauxitiques, de phosphorite, d'amas de manganèse et de la majorité du fer pisolithique. La dispersion de ce dernier, ou du moins sa conservation, est d'ailleurs plus grande que celle du phosphate puisqu'on en rencontre même sur les Grands Causses<sup>1</sup> où des dépôts phosphatés n'ont jamais été signalés, à ma connaissance.

Il faut remarquer en outre que la zone de condensation du phosphate paraît plus rapprochée du Massif Central que celle de la bauxite franche. Dans la région de Montpellier seulement, ces deux zones se chevauchent et des gisements des deux types peuvent se rencontrer à la fois, comme à Bouzigues par exemple.

### CONCLUSIONS GÉNÉRALES

1. Les gisements de phosphorites du Bas Languedoc sont, comme ceux du Quercy, d'anciennes formes karstiques (gouffres d'érosion et galeries de ruisseaux souterrains).

2. La faune de ces gisements, très pauvre, semble prouver un remplissage du Ludien au Stampien. Des reprises d'érosion plio-quadernaires sont démontrées par une faune récente dans les parties supérieures de plusieurs gisements.

3. Comme dans le Quercy, il semble que la phosphorite proviendrait du concrétionnement, sur les parois calcaires des cavités souterraines de solutions résultant de l'évolution superficielle d'argiles de décalcification et d'alluvionnement dans lesquelles le fer, le manganèse et le phosphore auraient été remis en mouvement par un processus de latéritisation peu poussé. L'origine première de ces sédiments résiduels serait à rechercher à la fois dans les Causses actuels et dans les dépôts qui recouvrirent presque tout le Sud du Massif Central.

4. Les gisements de phosphorite français sont tous localisés sur les plateaux calcaires situés à la périphérie méridionale du Massif Central partout où des aplanissements sont antérieurs à l'Oligocène et où des sédiments oligo-miocènes ont contribué à protéger leur conservation jusqu'à la fin du Pliocène.

1. La feuille de Séverac (208) indique sous le signe *e<sup>3m</sup>* : Dépôts très localisés qui remplissent des poches et fissures à la surface des Causses. M. Fournier a pu suivre ces dépôts vers l'W et les rattacher au sidérolithique du Quercy. M. Fabre y voit des témoins de la période continentale qui a suivi l'arasement de la surface des Causses à l'état de pénéplaine. Ces sables seraient le produit du charriage des ruissellements lents qui descendaient des massifs granitiques du Gévaudan et de la Lozère, et qui déposaient sur les Causses les matériaux empruntés au décapage des surfaces granitiques : sables, argiles à kaolin, latérite remaniée ou bauxite...

## BIBLIOGRAPHIE.

1. BAULIG (H.). — Le Plateau Central de la France et sa bordure méditerranéenne. Paris, Armand Colin, 1928, in-8°, 591 p., 33 fig., 11 cartes
2. DECHASEAUX (C.). — L'encéphale d'un Cheiroptère fossile. *Bull. Soc. Géol. Fr.* (5), t. VIII, fasc. 1-2, p. 105, 1 pl. h. t.
3. DEPÉRET. — Sur les phosphorites quaternaires de la région d'Uzès. *CR. Ac. Sc.*, 14 janvier 1895 et *Soc. Géol. Fr. C. R. somm.*, 4 mars 1895, 1 p. XLIII.
4. DUBREUIL (E.). — Note sur les phosphorites de la Gardiole. *Rev. Sc. Nat. Montpellier*, 1<sup>re</sup> série, t. VI, p. 295, 1877.
5. EDINGER (T.). — Fossile Fledermausgehirne. *Senckenbergiana*, Bd. VIII, Heft. 1, 1 pl., 1 fig., Frankfurt a. M., 10 mars 1926.
6. GEORGE (P.). — Etudes géographiques sur le Bas Languedoc, Paris, Peyre, in-8°, 147 p., 24 fig., 15 pl., 1938.
7. GÈZE (B.). — Contribution à la connaissance des phosphorites du Quercy. *Bull. Soc. Géol. Fr.* (5), t. VIII, p. 123-146, 4 fig. et carte, 1938.
8. JEANJEAN (A.). — Notice géologique et agronomique sur les phosphates de chaux du département du Gard, Nîmes, Clavel et Chastanier, 46 p., 1884.
9. LACROIX (A.). — Minéralogie de la France et de ses colonies, t. IV, p. 585, Paris, Béranger, 1910.
10. LAUNAY (L. DE). — Gîtes minéraux et métallifères, t. I, Paris, Béranger, 1913.
11. NEGRE (G.). — Contribution à l'étude de la formation des Phosphorites du Midi de la France. *Bull. Soc. Géol. Fr.* (4), t. VIII, 1908, p. 490-505.
12. RÉVILLIOD (P.). — Contribution à l'étude des Chiroptères des terrains tertiaires, 3<sup>e</sup> partie et fin. *Mém. Soc. Paléont. Suisse*, vol. XLV (1922), 2 pl., 24 fig., p. 131-200.
13. ROUVILLE (P. DE). — Phosphate de chaux de la Gardiole près Montpellier. *Rev. Sc. Nat. Montpellier*, 3<sup>e</sup> série, t. II, 6 p., 2 pl. h. t., déc. 1882.
14. VIRET (J.). — Sur la brèche à Chiroptères de Bouzigues (Hérault). *Bull. Soc. Géol. Fr.* (5), t. IX, 1940, p. 95.
15. WICKERSHEIMER. — Note sur un gîte de phosphate de chaux situé près de Cette. *Ann. des Mines*, 7<sup>e</sup> série, t. XVI, p. 283-288, Paris, 1879.

## SUR LA BRÛCHE A CHIROPTÈRES DE BOUZIGUES (HÉRAULT).

PAR J. Viret<sup>1</sup>.

La roche connue sous le nom de Phosphorite de Bouzigues est une brèche à ossements de Chiroptères, carbonatée calcique et phosphatée, à ciment de calcite. Par places, les crânes entiers abondent. Lors de la fossilisation leurs cavités se sont remplies de gangue finement cristallisée; dans la suite, la mince pellicule osseuse friable de la voûte crânienne ayant généralement disparu, la roche est parsemée en surface de moulages endocraniens en relief. Ceux-ci se dégagent fréquemment de la roche encaissante. Grâce à ces moulages naturels, où l'on remarque les hémisphères lisses, l'encéphale de ces Chiroptères se prête à l'étude comme le ferait un cerveau moderne conservé dans l'alcool. Une telle recherche n'a pas manqué de séduire les spécialistes. Les encéphales de Bouzigues ont fait l'objet d'un examen de T. Edinger (Fossile Fledermausgehirne. *Senckenbergiana*, 10 mars 1926) et, plus récemment de C. Dechaseaux (*B. S. G. F.*, t. 8, 1938).

Ces deux auteurs sont parvenus séparément à cette conclusion que le Chiroptère de Bouzigues doit être voisin des *Myotis* actuels.

Il y a cependant contradiction entre les principes qui ont guidé mes distinguées collègues. Mlle Edinger écrit en effet textuellement : (Chez le cerveau fossile) dans un angle obtus entre les hémisphères, le mésencéphale vient à affleurer. *Ce n'est pas le cas du cerveau du Rhinolophe récent*<sup>2</sup>; hémisphères et cervelet sont là visiblement en contact. Mais *Myotis* présente comme nos moules pétrifiés cette particularité que partagent la plupart des Microchiroptères, mais qui est insolite chez un Mammifère, je veux dire que leurs quatre tubercules quadrijumeaux sont visibles sur la face supérieure. »

Mlle Dechaseaux décrit fort exactement la région du toit optique du fossile : « La paire antérieure (de tubercules) est petite, très rapprochée de la ligne médiane; les deux tubercules de la paire postérieure sont beaucoup plus gros, de forme ovoïde et écartés. Ils sont horizontaux comme dans *Myotis*, ou obliques comme dans *Rhinolophus*. »

Ainsi que je m'en suis assuré tant par des moulages endocraniens

1. Note présentée à la séance du 8 avril 1940.

2. C'est moi qui souligne.



que par l'examen de pièces conservées dans l'alcool, le mésencéphale des Rhinolophidés modernes n'est pas recouvert par les hémisphères cérébraux. Mlle Edinger a dû être induite en erreur par quelque interversion d'étiquette sur un bocal. C'est donc C. Dechaseaux qui a raison. Mais je ne vois pas dans ces conditions ce qui oriente sa détermination vers le genre *Myotis*, d'autant plus qu'en bonne observatrice, elle ne manque pas de noter que sur le cerveau fossile, un sillon sylvien très marqué naît en avant et se dirige obliquement en arrière vers le plan sagittal tandis que chez *Myotis* il est reporté plus en arrière et se dirige presque transversalement. Quant aux tubercules quadrijumeaux postérieurs du fossile, ils ont comme chez beaucoup de Rhinolophidés modernes, la forme d'un ovale ou d'une ellipse dont le grand axe serait oblique par rapport au plan de symétrie ; du moins je l'ai constaté sur une quarantaine d'exemplaires conservés dans les collections de l'Université de Lyon.

Je déduis de ces faits qu'une détermination précise, générique, peut difficilement être fondée sur le seul encéphale, même bien conservé.

D'autre part, la question de l'âge des phosphorites de Bouzigues n'a point préoccupé C. Dechaseaux, tandis que T. Edinger a cherché à savoir si les chauves-souris étaient tertiaires ou quaternaires. Une épiphyse d'humérus, confiée au D<sup>r</sup> Révilliod fut attribuée provisoirement à *Palaeophyllophora olina* DEL. ou à *Pseudorhinolophus Weithoferi* REV., espèces des phosphorites du Quercy. Mais cette détermination restait encore bien fragile, et Mlle Edinger de conclure : « Si un jour on peut prouver l'âge tertiaire de ces cerveaux, ceux-ci fourniraient des documents à l'encontre de la loi exposée par Marsh dans beaucoup d'ouvrages, savoir que tous les Mammifères tertiaires ont de petits cerveaux. Certainement ces cerveaux de Chiroptères fossiles ont déjà entièrement la taille et la forme des Chiroptères actuels. »

La légende de la feuille de Montpellier (1<sup>re</sup> édition) parallélise la brèche à chauve-souris avec les dépôts de la caverne de Lunel-Viel à *Ursus spelaeus*. La deuxième édition de la Carte étant en préparation, le professeur M. Thoral m'a prié d'examiner de près les chauves-souris de Bouzigues afin d'infirmer ou de confirmer si possible, cette équivalence.

Je me suis alors aperçu que plusieurs cerveaux encore engagés dans la gangue se prolongeaient non seulement par les os nasaux, mais que les maxillaires étaient le plus souvent conservés et munis de leur dentition. Malgré l'extrême fragilité des os et des dents qui contraste avec la résistance habituelle des documents du Quercy, il m'a été possible de dégager des séries dentaires complètes.

Notons d'abord que presque tous les restes que j'ai eus entre les

mains proviennent d'une seule et même espèce, de la taille de notre grand fer à cheval actuel ou très légèrement plus forte.

La dilatation du crâne facial, la grosseur du limaçon osseux, la forme du crâne, l'absence de prémaxillaires (sur le fossile) enfin la formule dentaire ne laissent place à aucun doute : il s'agit bien d'un Rhinolophidé. Mais à première vue il n'est pas facile de dire si l'on a affaire ou non à une forme récente.

Cette remarque n'est pas inutile, car contrairement à ce qu'on pourrait penser, la différence entre un Rhinolophidé tertiaire et une forme actuelle ne saute pas aux yeux. Les caractères des sous-familles et même des genres sont ici d'une ancienneté bien supérieure à ce qui s'observe chez les autres ordres de Mammifères. Je ne jetterai donc pas la pierre à Miquel pour avoir étiqueté les cerveaux fossiles qu'il adressait au musée de Francfort : « Têtes de *Rhinolophus* — Pliocène supérieur — Phosphorites de Bouzigues. »

Cependant, à un examen attentif, des différences se manifestent entre le Chiroptère de l'Hérault et les Rhinolophidés modernes. Le premier montre les caractères suivants :

La voûte palatine est longue, échancrée en avant jusqu'au niveau de la grande prémolaire. Chez les formes modernes elle est plus courte, avec d'ailleurs de notables variations suivant les espèces (cf. ANDERSEN *P. Z. S.* 1905, vol. II, pl. III, fig. 9b et 11 a). Mais elle atteint toujours au moins le bord antérieur de M<sup>1</sup>.

Les cochleae sont relativement moins volumineuses. Elles sont bien plus petites que celles de *R. ferrum-equinum* SCHREB. qui n'est cependant pas l'espèce la plus favorisée sous ce rapport. D'autre part elles sont espacées et laissent entre elles un basioccipital plutôt large. Mais Revilliod a montré <sup>1</sup> (p. 52) qu'il ne fallait pas trop faire fond sur ce caractère.

La constriction interorbitaire et par suite l'arcade zygomatique elle-même est plus longue. Ainsi la distance du trou infraorbitaire à la racine postérieure de l'arcade zygomatique mesure 9 mm. sur le fossile contre 6,5 à 7 mm. sur *R. ferrum-equinum*.

La dentition supérieure (fig. 1) est caractérisée par la position de la prémolaire vestigiale P<sup>2</sup> sur la rangée dentaire entre C et P<sup>4</sup> comme chez *R. hipposideros* BECHST. p. ex. Mais surtout M<sup>3</sup> est plus réduite que chez *Rhinolophus*. Elle est formée par le seul lobe antérieur auquel s'adjoint postérieurement un mésostyle. D'après Revilliod, un degré de réduction analogue s'observe chez l'espèce actuelle *Hipposideros speoris* SCHREB. Mais nous allons voir que la forme de la mandibule exclut ce dernier genre.

La mandibule du Chiroptère de Bouzigues se distingue de celle des Rhinolophinés et Hipposidérinés modernes par la hauteur de

1. P. REVILLIOD. Contribution à l'étude des Chiroptères des terrains tertiaires (*Mém. Soc. Pal. Suisse*, 1917-1922).

la branche montante dont l'apophyse coronoïde est bien développée. L'apophyse angulaire n'est pas recourbée vers le bas ni aussi fortement déjetée du côté externe. A ce point de vue *Rhinolophus delphinensis* GAILL. du Miocène de la Grive-Saint-Alban a un cachet

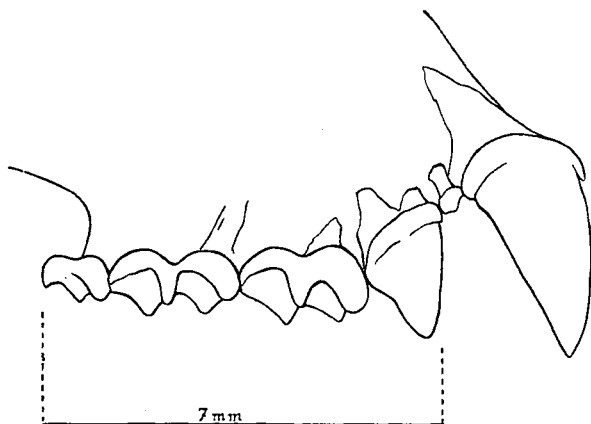


FIG. 1. — Maxillaire supérieur du *Pseudorhinolophus* de Bouzigues montrant série la dentaire CP<sup>2</sup>P<sup>4</sup>M<sup>1</sup>M<sup>2</sup>M<sup>3</sup>, face externe. Coll. Université de Lyon.

beaucoup plus récent. Sur la face interne de la mandibule, on remarque le foramen mental très en arrière, beaucoup plus éloigné de M<sup>3</sup>. La branche horizontale est également plus haute que chez la plupart des Rhinolophidés modernes.

Une pareille association de caractères ne se rencontre que chez les formes tertiaires du Quercy, décrites par Filhol comme *Rhinolophus*, puis par Schlosser sous le nom de *Pseudorhinolophus*. Revilliod (*loc. cit.*, p. 33) a montré que cette désignation abritait deux genres différents : *Palaeophyllophora* REV. et *Pseudorhinolophus* SCH. *sens. str.* Pour ce qui est du Chiroptère de Bouzigues, le premier genre est à éliminer, ne serait-ce qu'à cause de ses molaires supérieures normales pour un Rhinolophe, avec des tubercules externes croissantiformes, très creusés en leur milieu du côté externe et séparés par un bourrelet mésostyloire saillant.

J'ai pu d'ailleurs comparer l'espèce de Bouzigues avec un crâne de *Pseudorhinolophus Weithoferi* REV. des phosphorites obligeamment prêté par le musée de Bâle. La seule différence un peu appréciable réside dans la présence sur M<sup>1</sup> et M<sup>2</sup> d'un talon postérieur plus saillant chez la forme de Bouzigues. Encore faudrait-il savoir quelle est à ce point de vue la variation de *P. Weithoferi*.

La taille de notre fossile atteint sensiblement les dimensions de l'espèce des phosphorites, comme l'indiquent les mesures suivantes :

1. Rhinolophidé de Bouzigues.

2. *Pseudorhinolophus Weithoferi* d'après Revilliod, *op. cit.*

	1.	2.
Long. série dent. sup. P <sup>2</sup> M <sup>3</sup> . . . . .	7,5	7,6-8,2
Long. série dent. inf. P <sub>1</sub> M <sub>3</sub> . . . . .	9	8,4-9,6

Il n'y a aucune raison pour ne pas déterminer le Chiroptère de Bouzigues *Pseudorhinolophus* cfr *Weithoferi* REVILLIOD.

Ainsi les phosphorites de Bouzigues sont l'équivalent de la brèche phosphatée de Crégols bien connue par la figure qu'en a donnée Filhol dans la première planche de son mémoire sur les phosphorites.

Malheureusement, l'âge du Pseudorhinolophe du Quercy n'est pas encore connu avec certitude, car dans les gisements stratifiés les restes de chauves-souris sont d'une excessive rareté. Comme le suppose Revilliod à la fin de son remarquable mémoire, les probabilités sont en faveur du Sannoisien ou du début du Stampien.

Cette espèce n'est du reste pas le seul Chiroptère des phosphorites de Bouzigues. Nous possédons à Lyon un moulage endocranien que l'on a imprudemment sorti de la roche, et qui a appartenu à une espèce beaucoup plus grande : le plus grand diamètre transverse de l'encéphale atteint 13,2 mm. contre 9 mm. chez *P. Weithoferi*. On n'observe pas chez cette grande forme, en arrière des hémisphères, la dépression losangique par où affleure chez *P. Weithoferi* la région du toit optique. Le cercelet est volumineux et son vermis en forte saillie forme une véritable gibbosité. Les proportions relatives des hémisphères et du cercelet dénotent un Microchiroptère de grande taille.

SUR DEUX *OPPELIA* DE LA COLLECTION  
DE GROSSOUVRE

PAR F. Douvillé <sup>1</sup>.

PLANCHE II.

1. — *Oppelia nodosa* nov. sp.

En déterminant les Ammonites du Jurassique moyen de la collection de Grossouvre à la Sorbonne, j'ai trouvé quelques spécimens d'une *Oppelia* que je n'ai pu rapporter à aucune espèce décrite. Malheureusement les détails de la cloison sont mal visibles et la diagnose ne se rapporte qu'à l'ornementation, ainsi du reste que toutes celles qui ont été données pour les espèces voisines.

L'espèce nouvelle se place au voisinage de : *O. subdiscus* D'ORBIGNY, *O. Greppini* PETITCLERC, *O. prahequensis* R. DOUVILLÉ, *O. Mariorae* POPOVICI-HATZEG. Elle forme transition entre *O. prahequensis* et *O. Mariorae*. Pour l'établir, je dois rappeler les relations entre les espèces du phylum de l'*O. subdiscus*.

L'espèce centrale a une section lancéolée et très mince avec un bord siphonal légèrement arrondi. L'ornementation comprend de 11 à 13 côtes, très fines, concaves vers l'ouverture et n'existant que sur la moitié siphonale.

*O. Greppini*, sans doute simple variété de *O. subdiscus*, ne diffère de celle-ci que par un cordon spiral bien marqué au milieu du tour et à la base des côtes.

*O. prahequensis*, tout en gardant la même ornementation, présente comme particularité une carène tranchante. « Les flancs rencontrent la région siphonale en formant un angle net, de sorte que cette forme est en quelque sorte tricarénée, les deux carènes latérales n'étant pas détachées. La carène centrale ne l'est pas non plus, bien qu'étant naturellement plus aiguë que les deux latérales. »

*Oppelia Mariorae*, bien plus épaisse, a pour caractéristique deux rangées de tubercules, l'une au voisinage du siphon, l'autre, médio-latérale, reliées par les côtes caractéristiques ; mais celles-ci sont moins arquées que dans les autres espèces. Une carène triple semblable à celle de *O. prahequensis* est très marquée.

L'espèce nouvelle que j'appelle *O. nodosa* a le port général de *O. subdiscus*, notamment le tour lancéolé très mince. Elle présente, cependant moins marquée, la triple carène de *O. prahequensis*.

1. Note présentée à la séance du 8 avril 1940.

Ses côtes sont semblables à celles de toutes les *Oppelia* susnommées. Elles sont terminées du côté siphonal par un tubercule qui tend à traverser le méplat entre les carènes. Les côtes se perdent du côté ombilical. Chez l'adulte, l'ornementation, tant côtes que carènes, disparaît et l'on obtient une forme lisse.

*Étage* : Callovien moyen.

*Gisements* : Prahecq, La Grimaudière (Vienne), Saint-Benoît (Sarthe), Pécheseul.

*Dimensions* :

Dmm	d	E	H
37		0,30	
40		0,2	0,5
51	0,09	0,26	0,56
55	0,1	0,25	0,54
55	0,12	0,25	0,54
70	0,08	0,24	0,6

## 2. — *Oppelia inflexa* DE GROSSOUVRE.

Dans ses « Études sur l'étage bathonien »<sup>1</sup> A. de Grossouvre décrit une Ammonite qu'il nomme *Am. inflexus*. Il la classe parmi les *Oppelia*. Il compare en effet l'adulte de cette espèce à *O. subradiata* qui a une ornementation semblable. D'autre part, se reportant à l'une des figurations du type de *Am. hecticus* d'ORB.<sup>2</sup>, il tend à rapprocher la nouvelle espèce des *Hecticoceras* et à en faire une forme de passage, sans cependant oser affirmer une telle opinion<sup>3</sup>. Parona et Bonarelli<sup>4</sup> séparent d'*Am. inflexus* l'échantillon représenté par la figure 5 de la note citée plus haut d'A. de Grossouvre. De cet échantillon ils font *Hecticoceras pleurospanium* P. et B. Cela est impossible car la série des cinq échantillons figurés par A. de Grossouvre est continue et homogène. Tous les échantillons ont exactement les mêmes caractères et les cloisons sont semblables.

Ces discussions ont cependant leur intérêt car elles montrent la difficulté qu'il y a à classer *Am. inflexus*, espèce très particulière,

1. *B. S. G. F.* [3], XVI, 1888, p. 372, pl. III, fig. 1 à 5.

2. Céphalopodes jurassiques, pl. CLII, fig. 4.

3. En citant d'Orbigny, de Grossouvre se reporte aux figures 3 et 4. Il doit y avoir là une erreur typographique, car l'échantillon représenté par la figure 3 se rapporte à une espèce en réalité toute différente et dénommée par la suite *Hecticoceras Grodi* par Bonarelli. D'ailleurs, dans le texte, il n'est fait mention que de la figure 4.

4. Callovien inférieur de Savoie, 1895, p. 102, cité par F. Favre (Contribution à l'étude des *Oppelia* du Jurassique moyen. *Mém. Soc. géol. suisse*, XXXVIII, p. 30, 1912).

dans un genre défini. Même R. Douvillé, dans son « Essai de classification phylogénique des Oppeliidées » était hésitant.

En effet le jeune est un *Hecticoceras* typique. Il a de fortes côtes formant de chaque côté de la carène une série de tubercules qui, au cours de la croissance, s'allongent parallèlement à celle-ci pour s'unir en s'adoucissant et donner finalement des carènes latérales qui s'effacent chez l'adulte.

Dans cette espèce le caractère d'*Oppelia* est donné par les côtes qui n'existent que sur la moitié siphonale du tour. Elles sont arquées et se raréfient chez l'adulte. De 36 chez le jeune, elles passent à 24 chez l'adulte. C'est ainsi que se présentent les côtes d'*Oppelia subradiata*.

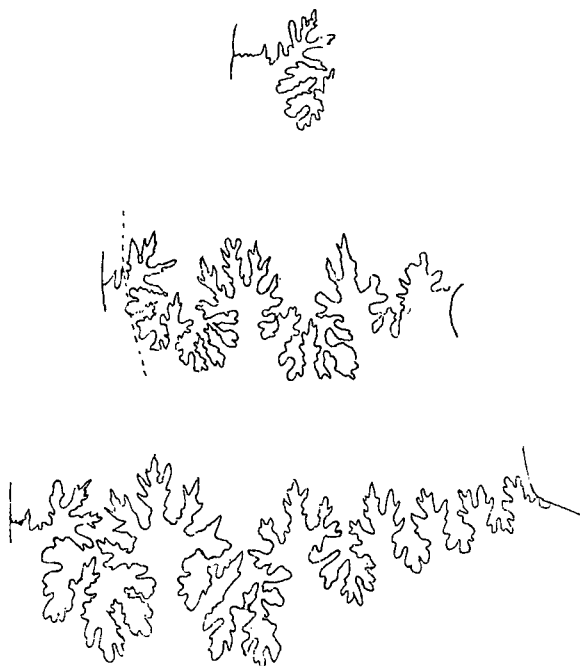


FIG. 1. — *Oppelia inflexa* type. Collection de Grossouvre,  $\times 2$ .

Enfin la cloison est celle d'une *Oppelia* bien qu'une petite « oreille » (selon l'expression de Bonarelli), située au bord de la selle siphonale, puisse à première vue prêter à confusion.

*Oppelia inflexa* DE GROSSOUVRE a donc le gros intérêt d'être, au Bathonien, un type évolutif qui, à partir de *O. prae radiata* R. DOUVILLÉ, et parallèlement à *O. subradiata* SOWERBY, différencie *Hecticoceras Haugi* POPOVICI-HATZEG à partir duquel se développera le phylum des *Hecticoceras*.

#### EXPLICATION DE LA PLANCHE II

Fig. 1 à 4. — *Oppelia inflexa*, type de DE GROSSOUVRE.

Fig. 5. — *Oppelia nodosa*, nov. sp.





## LES DIVERSES INTERPRÉTATIONS DU TERME DE « BARTONIEN ».

PAR L. ET J. Morellet <sup>1</sup>.

En raison des multiples interprétations auxquelles donne lieu le terme de « Bartonien », nous ne croyons pas inutile de résumer l'historique de la question, de faire ressortir en quoi diffèrent les opinions en présence et de les discuter.

### I. HISTORIQUE.

Le terme de « Bartonien » a été créé par Mayer-Eymar (1857) <sup>2</sup>. Ainsi que nous l'avons rappelé (1934) et sans qu'une note récente de M. Leriche (1939) ait modifié notre opinion, d'ailleurs conforme à celle de G. F. Dollfus, Mayer, contre toute logique, a pris pour *type réel* de cet étage, non pas le « Barton clay », comme le laisserait supposer le nom, mais l'ensemble des couches du bassin de Paris comprises entre le « calcaire grossier » qu'il appelait Parisien et le « gypse de Montmartre » dont il faisait son Ligurien. Par la suite (1869), il retrancha du Bartonien les « marnes à *Pholadomya ludensis* » qu'il lui rapportait primitivement et les plaça à la base du Ligurien.

C'est cette dernière version qu'ont adoptée Munier-Chalmas et de Lapparent (1893) dans la « Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires » qui a rendu classique le terme de « Bartonien ». Compris entre le Lutétien (= Parisien de Mayer-Eymar) et le Ludien (= Ligurien de Mayer-Eymar), l'étage comportait d'après eux deux subdivisions : le Bartonien inférieur, correspondant *grosso modo* aux « sables de Beauchamp » et le Bartonien supérieur, représenté par les « sables de Cresnes ».

Sans doute peut-on reprocher à ces auteurs d'avoir consacré l'illogisme initial de Mayer-Eymar et d'avoir ainsi largement contribué à la confusion qui règne aujourd'hui, mais leur excuse est qu'alors personne ne mettait en doute l'équivalence complète des couches de Barton et des assises du bassin de Paris prises par Mayer comme type du Bartonien, pas plus que celle de la série de Bracklesham et du « calcaire grossier ».

1. Note présentée à la séance du 22 avril 1940.

2. Les dates entre parenthèses renvoient pour chaque auteur à la liste bibliographique placée à la fin de ce travail.

La première difficulté surgit quand M. Leriche (1905 *a* et *b*), puis J. Boussac (1907 *a*) démontrèrent que, dans la série de Bracklesham, la partie inférieure seule (Lower Bracklesham) à *Nummulites laevigatus* correspondait au « calcaire grossier » et que la partie supérieure (Upper Bracklesham) à *Nummulites variolarius* était de même âge que les sables d'Auvers et de Beauchamp. Les couches de Barton ne représentaient donc pas la totalité du Bartonien du bassin de Paris, mais seulement sa partie supérieure.

La question fut résolue de la façon suivante : le Bartonien primitif devint le Bartonien *sensu lato*, avec deux sous-étages, l'Auversien à la base (ou un terme équivalent, l'Ermenonvillien par exemple) et le Bartonien *sensu stricto* au sommet. Cette solution, qui répond aux premières idées de J. Boussac, est celle adoptée par P. Lemoine (1911) et le parallélisme, alors couramment admis, entre les couches des bassins parisien et anglais, est indiqué sur le tableau ci-dessous.

	Bassin de Paris	Angleterre
LUDIEN . . . . .	Gypse Marnes à <i>Ph. ludensis</i>	Couches inférieures de Headon Sables de Long Mead End
BARTONIEN <i>s. lat.</i>	BARTONIEN. <i>s. str.</i> . . . . .	Sables de Cresnes
	AUVERSIEN. . . . .	Sables d'Auvers et de Beauchamp
LUTÉTIEN. . . . .	Calcaire grossier	Bracklesham supérieur Bracklesham inférieur

Par la suite, sans toutefois rien modifier à ce parallélisme, J. Boussac (1912 *b*) limita l'emploi du terme « Bartonien » au seul Bartonien *sensu stricto*, mettant sur pied d'égalité, sinon comme étages, du moins comme zones paléontologiques distinctes, l'Auversien, le Bartonien et le Ludien.

Cette manière de voir, reproduite par É. Haug dans son *Traité*, ne tarda pas à être combattue par M. Leriche et par R. Abrard. Ces deux auteurs, se basant principalement sur les Nummulites, considèrent que les « sables de Cresnes » du bassin parisien doivent être rattachés à l'Auversien, nom auquel ils substituent celui de Ledien, et que les « marnes à *Pholadomya ludensis* » sont dans ce bassin le seul représentant marin des couches de Barton.

S'ils sont d'accord sur ces points, M. Leriche et R. Abrard les interprètent d'une façon très différente en ce qui concerne la nomenclature.

M. Leriche (1925) réserve le nom de Bartonien (qu'il appelait primitivement Wemmélien) aux couches de Barton et à celles qui, selon lui, en sont l'équivalent sur le continent. Sa classification

résumée sur le tableau ci-dessous, est celle adoptée par la plupart des géologues anglais qui, toutefois, remplacent Ledien par Auversien. Notre confrère estime par ailleurs qu'entre son Ledien et son Bartonien existe une coupure très importante de l'Éocène, le premier de ces étages appartenant pour lui à l'Éocène moyen et le second à l'Éocène supérieur.

	Bassin de Paris	Angleterre	Belgique
BARTONIEN.	Gypse Marnes à <i>Ph. ludensis</i>	Couches de Barton	Argiles d'Assche Sables de Wemmell
LEDIEN. . .	Sables de Cresnes Sables de Beauchamp	Bracklesham sup <sup>r</sup>	Sables de Lede

(Classification de M. Leriche.)

R. Abrard, au contraire (1933), ne voit de place que pour un seul étage entre le Lutétien et l'Oligocène ; sous l'appellation de Bartonien, il réunit le Ledien et le Bartonien de M. Leriche qu'il ne conserve qu'à titre de subdivisions, en reprenant le nom de Wemmélien pour la subdivision supérieure, comme l'indique le tableau ci-dessous.

	Bassin de Paris	Angleterre	Belgique
BARTONIEN	WEMMELIEN. . .	Headon inférieur Sables de Long Mead End Couches de Barton	Argiles d'Assche Sables de Wemmell
	LEDIEN. . . .	Sables de Cresnes Sables de Beauchamp	Bracklesham sup <sup>r</sup>

(Classification de R. Abrard.)

Tel est, dans ses grandes lignes, l'état de la question. Sa complexité tient à deux causes : tout d'abord à un désaccord profond entre les auteurs sur les équivalents en Angleterre et en Belgique des « sables de Cresnes » et des « marnes à *Ph. ludensis* » du bassin de Paris, désaccord qui oppose Munier-Chalmas et J. Boussac à M. Leriche et à R. Abrard et, par ailleurs, à une divergence de vues, entre les partisans de la même solution stratigraphique, sur la nomenclature à adopter.

De ces deux causes, la première est de beaucoup la plus impor-

tante, car il est logiquement impossible de discuter nomenclature sur des équivalences stratigraphiques controversées. Le point essentiel consiste donc à savoir si le parallélisme nouveau proposé par M. Leriche et par R. Abrard doit être substitué à celui précédemment admis par Munier-Chalmas et par J. Boussac. C'est ce que nous allons examiner maintenant.

## II. DISCUSSION.

L'idée que les « marnes à *Ph. ludensis* » pourraient être synchroniques des « sables de Wemmél » et par suite du « Barton clay » a été émise pour la première fois et sans aucun commentaire par H. Douvillé (1904). En la reprenant, M. Leriche (1925) et R. Abrard (1925 a) semblent avoir été guidés bien moins par les caractères paléontologiques de ces marnes, caractères dont ils ne parlent d'ailleurs pas, que par la nécessité de retrouver dans le bassin de Paris un équivalent marin aux sables de Wemmél et au Barton clay, en remplacement des sables de Cresnes. *L'âge des sables de Cresnes est donc la clef de voûte du problème.*

Les arguments invoqués par M. Leriche et par R. Abrard pour rattacher les sables de Cresnes au Ledien (= Auversien) sont au nombre de trois :

1° Les sables de Cresnes renferment encore *Nummulites Heberti-variolaris* ;

2° Ils ne renferment pas *Nummulites Orbigny-wemmelensis* ;

3° Leur faune de Zoanthaires et de Mollusques est sensiblement la même que celle des sables d'Auvers.

Quelle est la valeur de ces arguments ?

*Premier argument.* — La présence de *N. Heberti-variolaris* dans les sables de Cresnes est un fait incontestable, signalé implicitement par Munier-Chalmas et de Lapparent (1893) et rappelé fort à propos par R. Abrard (1922). De plus, ce couple y est certainement en place<sup>1</sup>, contrairement à l'opinion de G. F. Dollfus que nous avons autrefois combattue (1925).

Mais, si D. Curry (1937) semble avoir définitivement établi que cette espèce n'existe pas dans le Barton clay où elle avait été signalée autrefois (de Lapparent, 1900, p. 1456) et qu'elle a été confondue avec une forme différente du même groupe : *N. rectus* CURRY, elle se trouve par contre dans les sables de Wemmél (de La Harpe, 1883, p. 169), sans qu'il nous paraisse possible d'affirmer,

1. Les échantillons du bois de Chars en particulier ne laissent subsister aucun doute sur ce point.

comme le fait M. Leriche (1925, p. 371), que *tous ses représentants* y soient remaniés. Cependant, puisqu'il existe un doute, nous ne ferons pas état de cette donnée dans la discussion, non plus que de notre découverte récente, sujette à confirmation, de *N. variolarius* dans les marnes à *Pholadomya ludensis*.

Quoi qu'il en soit, le premier argument de MM. Abrard et Leriche prête à une objection d'ordre général. Pourquoi *N. Heberti-variolarius* qui, de l'avis presque unanime, n'a aucune valeur stratigraphique dans les dépôts méditerranéens (Boussac, 1907 b, p. 356), en aurait-il davantage ici, et pourquoi, par suite, n'aurait-il pas dans le bassin de Paris, comme dans d'autres régions, une extension verticale plus grande que dans les bassins anglais et belge ? Cette hypothèse est aussi plausible que celle qui consiste à admettre la disparition simultanée de ce couple dans ces trois bassins où la répartition stratigraphique d'autres grands Foraminifères est cependant loin d'être concordante. C'est ainsi, par exemple, que les couches à *N. variolarius* d'Angleterre renferment encore *Orbitolites complanatus* Lk., *Alveolina Bosci* D'ORB. et *Fabularia discolithes* DEFR. <sup>1</sup> qui, dans le bassin de Paris, sont tous trois strictement lutétiens.

*Deuxième argument.* — Nous reconnaissons avec M. Leriche et R. Abrard que les sables de Cresnes n'ont fourni jusqu'ici aucun échantillon susceptible d'être rapporté à *N. Orbigny-wemmelensis* <sup>2</sup>, mais là encore il semble que nos confrères attribuent à ce couple une valeur stratigraphique trop absolue. Nous avons en effet trouvé dans le Ledien de Belgique, associés à de très nombreux *N. Heberti-variolarius*, quelques rares individus, non pas seulement voisins de *N. Orbigny-wemmelensis*, mais identiques à cette espèce. Cependant, dans l'attente d'une confirmation, nous ne tiendrons pas compte de ce fait, bien qu'il concorde avec la présence, indiquée par de La Harpe (1883), de *N. wemmelensis* dès le Laekenien.

Nous nous bornerons à faire ressortir que si *N. Orbigny-wemmelensis* n'existe pas dans les sables de Cresnes, il n'existe pas davantage dans les Barton beds, contrairement à l'opinion courante. Des deux espèces signalées à Barton, *N. rectus* CURRY ne fait pas question ; c'est une forme du groupe *N. Heberti-variolarius*, comme nous venons de le voir. Pour ce qui est de la seconde : *N. prestwichianus* (T. R. Jones), nous nous refusons, en plein accord avec D. Curry (1937), à l'assimiler à l'espèce belge, même à titre d'ultime variété, comme l'a fait de La Harpe (1883), non sans hésitation

1. Le renseignement inédit concernant cette espèce nous a été obligeamment fourni par notre confrère A. Wrigley.

2. A propos de cette espèce nous émettons le vœu que soit entreprise une révision des Nummulites belges dont la figuration actuelle prête à discussion (R. Abrard, 1928) et dont une nouvelle étude réserverait sans doute quelques surprises intéressantes.

d'ailleurs <sup>1</sup>, et comme l'ont fait à sa suite J. Boussac, M. Leriche, R. Abrard, etc. Maintenant les échantillons de la forme anglaise, dont de La Harpe ne possédait que quelques individus méga-sphériques, ne sont plus rares dans les collections et chacun peut constater qu'elle n'a nullement l'aspect operculiniforme de *N. Orbigny-wemmelensis* <sup>2</sup>, mais bien plus celui de *N. planulatus-elegans* auquel T. R. Jones (1862) la rattachait primitivement et qu'elle se distingue au surplus de l'espèce de Wemmel par l'absence totale de bouton central et par la taille très sensiblement égale des formes A et B.

Sans doute *N. prestwichianus* n'a-t-il pas été trouvé dans les sables de Cresnes, mais la même remarque s'applique aux sables de Wemmel. Il ne faut d'ailleurs pas oublier que cette espèce n'est pas uniformément répandue dans le Barton clay comme l'est *N. variolarius* dans les sables d'Auvers par exemple, mais qu'elle n'occupe qu'un horizon épais seulement de quelques centimètres à la base de la série de Barton. Aussi, puisque M. Leriche et R. Abrard expliquent par la courte durée du dépôt des marnes à *Ph. ludensis* l'absence des Nummulites qu'elles devraient théoriquement renfermer, ne peut-on pas retourner leur argument et dire que *N. prestwichianus* n'a pu immigrer jusque dans la mer des sables de Cresnes par suite de son apparition éphémère qui, au surplus, coïncide peut-être avec le régime laguno-lacustre du calcaire de St-Ouen qu'interrompt seule la courte incursion marine des sables de Montagny ? Le cas de *N. prestwichianus* ne serait d'ailleurs pas isolé ; *N. Lucasi* D'ARCH. et *N. aquitanicus* BENOIST existent respectivement dans le Cuisien <sup>3</sup> et dans le Lutétien <sup>4</sup> d'Angleterre, alors qu'ils font défaut dans le bassin de Paris.

En résumé, les deux paragraphes précédents nous ont montré que *N. Heberti-variolarius* a seul été signalé jusqu'ici dans les sables de Cresnes, que ce couple existe peut-être dans les sables de Wemmel, associé à *N. Orbigny-wemmelensis*, qu'aucune de ces deux espèces enfin n'est représentée dans les Barton beds où se rencontrent par contre deux autres espèces qui leur sont spéciales : *N. rectus* et *N. prestwichianus*. Qu'est-ce à dire, sinon qu'en l'occurrence les Nummulites sont incapables de nous fournir des indications susceptibles de confirmer ou d'infirmer d'une façon définitive

1. La correspondance échangée entre de La Harpe (1879) et T. R. Jones est particulièrement instructive à ce sujet.

2. On sait que *N. Orbigny* a été décrit comme Operculine par Galeotti (1837).

3. WRIGLEY A. et DAVIS A. G. The occurrence of *Nummulites planulatus* in England. *Proceed. Geolog. Assoc.*, XLVIII, 2, Londres, 1937, p. 207.

4. ABRARD R. et MORELLET L. Sur la présence de *Nummulites aquitanicus-girondicus* BENOIST dans le Lutétien d'Angleterre. *C. R. somm. S. G. F.*, 1937, p. 133.

l'une ou l'autre des opinions en présence sur l'âge relatif des sables de Cresnes, des Barton beds et des sables de Wemmel.

*Troisième argument.* — Il nous reste à examiner l'argument que M. Leriche et R. Abrard tirent de la similitude de faune des sables de Cresnes et des sables d'Auvers pour les réunir<sup>1</sup>.

Il est parfaitement exact, comme l'a fait remarquer R. Abrard (1922, 1925 b), que la plupart des Polypiers des sables d'Auvers se retrouvent dans les sables de Cresnes ; cependant, la proportion des espèces communes aux deux formations n'est sans doute pas de 100 % comme l'indique notre confrère, car les sables de Cresnes semblent renfermer, en plus de celles qu'il y cite, un certain nombre de formes non étudiées et qui paraissent leur être propres.

Par contre, malgré quelques espèces communes, la faune de Bryozoaires des sables de Cresnes, avec ses nombreux représentants du genre *Bracebridgia*, est bien différente de celle des sables d'Auvers et, à eux seuls, ces organismes permettent de distinguer ces deux groupes de sables, comme nous l'avait décrit F. Canu et comme le confirment les études de E. Dartevelle (1935).

Avant d'aborder la question des Mollusques dans son ensemble, nous nous occuperons du cas particulier de *Voluta (Athleta) athleta* SOL. auquel R. Abrard semble attacher une importance spéciale (1922, 1925 b, 1927, 1933). Nous sommes entièrement d'accord avec lui sur le fait que cette espèce n'est pas caractéristique des sables de Cresnes, mais y atteint seulement son maximum de fréquence ; par contre, nous ne voyons pas en quoi sa présence dans les sables d'Auvers est un argument pour leur rattacher les sables de Cresnes, étant donné qu'en Angleterre *V. athleta* existe à la fois dans les couches de Bracklesham et dans les argiles de Barton que notre confrère n'hésite cependant pas à séparer. Nous serions même tentés de dire que la rareté de ce fossile à Auvers comme à Bracklesham et sa fréquence à Cresnes comme à Barton iraient plutôt à l'encontre de sa thèse.

Cela dit, passons à l'étude critique de la faune malacologique des sables de Cresnes, en prenant pour base la seule liste qui en ait été fournie jusqu'ici et que nous devons à R. Abrard (1925 b).

Cette liste comprend 544 espèces dont 484 existeraient dans les formations antérieures (Lutétien et sables d'Auvers, Acy, Beauchamp, etc.), de sorte que les espèces nouvelles, au nombre de 60 seulement selon R. Abrard, ne représenteraient qu'environ 11 % de l'ensemble, ou même que 7 % si l'on néglige celles que notre confrère ne connaissait que d'une seule localité.

A ne s'en tenir qu'à ces chiffres, l'analogie entre la faune des

1. Nous ne parlerons ici ni des Échinodermes, fort mal représentés dans les deux formations, ni des Crustacés, à peu près inconnus (sauf le genre *Balanus*) dans les sables de Cresnes.

sables de Cresnes et celle des sables d'Auvers semble manifeste et cependant, bien que de faciès sensiblement identique, *les deux formations sont paléontologiquement distinguables*, même en faisant abstraction des espèces qui font leur apparition dans les sables de Cresnes.

Tout d'abord, comme le constate d'ailleurs R. Abrard, les faunes de Cresnes et d'Auvers possèdent chacune un cachet particulier du fait que, parmi les espèces qui leur sont communes, certaines sont rares dans les sables d'Auvers (*Athleta athleta* (SOL.), *Conomitra Vincenti* COSSM., *Leda tumidula* COSSM., *Ostrea dorsata* DESH. var. b, etc.) mais fréquentes dans les sables de Cresnes et *vice versa* (*Xenophora patellata* (DESH.), *Cerithium tuberculosum* LK., *Meretrix distans* (DESH.), *Venericardia planicosta* LK., etc.) et que des formes très abondantes dans les premiers (*Corbulomya subcomplanata* D'ORB., *Garum rude* (LK.), *Sunetta trigonula* (DESH.), etc.) semblent faire complètement défaut dans les seconds.

Ensuite, *bon nombre des formes de Cresnes ne sont pas identiques à leurs homonymes d'Auvers*, comme l'ont indiqué Munier-Chalmas et de Lapparent (1893) et comme nous l'avons nous-mêmes rappelé (1925). Certes, les différences ne se traduisent souvent, chez les Pélécy-podes, que par des nuances difficiles à saisir et encore plus à décrire ; cependant, en dehors de celles retenues par R. Abrard (1925 b) concernant *Meretrix elegans* (LK.) et *Meretrix soror* (DESH.), il en existe d'aussi nettes, dont certaines ont d'ailleurs été soulignées par Cossmann dans son Catalogue, chez des formes appartenant aux genres *Martesia*, *Tellina*, *Crassatella*, *Venericardia*, *Barbatia*, *Berthelinia*, etc. Ces différences, par contre, sont beaucoup plus tranchées chez les Gastéropodes, surtout chez ceux qui présentent une sculpture. Les travaux de J. Boussac sur les Cérithidés (1905, 1912 a) sont typiques à ce sujet et, si cet auteur a peut-être été trop absolu dans ses conclusions, il n'en est pas moins vrai qu'en dépit des critiques de Charpiat (1923) les faits qu'il a mis en lumière sont exacts dans leur ensemble. Sans doute n'est-il pas toujours possible d'affirmer sur la vue d'un seul échantillon de *Cerithium tricarinaratum* LK. qu'il vient des sables de Cresnes ou d'un niveau plus ancien, mais, si l'examen porte sur une dizaine d'individus pris au hasard de la récolte, toute hésitation disparaît en ce qui concerne la provenance, car la forme de Cresnes (*C. arenularium* MUN.-CH.) ne se rencontre qu'exceptionnellement dans les couches antérieures, quoi qu'en dise R. Abrard (1925 b, p. 31) <sup>1</sup>. De même, la présence de *Cerithium* (*Batillaria*) *Godini* BOUSSAC dans un lot de *Cerithium* (*Batillaria*) *pleurotomoides* LK. indique avec certitude qu'on se trouve dans les sables de Cresnes. Nous-mêmes avons

1. En réalité, cette forme, comme celles dont nous allons parler, apparaît dès les sables de Montagny qui, intercalés dans la masse du calcaire de Saint-Ouen, renferment déjà la même faune que les sables de Cresnes.



indiqué (1931) que, dans ces sables, *Bayania hordacea* (Lk.) présente une variété *ruellensis nob.*, très précieuse comme indicateur stratigraphique et, à condition de pousser l'analyse à fond, des résultats semblables sont fournis par la plupart des groupes, en particulier par les Pleurotomidés qui, aussi sûrement que les Cérithidés, permettent de distinguer les sables de Cresnes d'avec les sables d'Auvers. C'est ainsi que la plupart des espèces de *Pleurotoma* et de *Drillia* citées par R. Abrard dans les sables de Cresnes sont différentes des formes des sables d'Auvers auxquelles il les rapporte <sup>1</sup>.

Du fait que des formes différentes (puisqu'elles sont discernables) portent le même nom dans les sables d'Auvers et dans les sables de Cresnes, le pourcentage des espèces réellement communes aux deux formations est sensiblement inférieur à celui indiqué par R. Abrard. Cette question d'arithmétique stratigraphique n'a d'ailleurs à nos yeux qu'un intérêt secondaire ; pour nous, comme pour J. Boussac, le point important est qu'apparaissent avec les sables de Cresnes toute une série de mutations ou de variétés (peu nous importe le nom qu'on préfère leur donner) et que cette apparition coïncide avec l'arrivée de Bryozoaires inconnus et de Mollusques incontestablement nouveaux dont le nombre est d'ailleurs sensiblement supérieur à celui de 60 indiqué par R. Abrard <sup>2</sup> et parmi lesquels il y a lieu de retenir particulièrement des Pleurotomes très spéciaux dont nous reparlerons dans un instant.

Devant cette constatation, il nous paraît absolument justifié d'admettre, contrairement aux conclusions de M. Leriche et de R. Abrard, qu'entre le Lutétien et les marnes à *Pholadomya ludensis* existent dans le bassin de Paris deux formations voisines mais *paléontologiquement distinctes* et que nous nous contenterons, pour le moment d'opposer l'une à l'autre sous les simples désignations de « Sables moyens » (dénomination plus générale que celle de sables d'Auvers que nous avons employée jusqu'ici) et de « sables de Cresnes ». Nous voyons d'ailleurs avec satisfaction que M. Gilbert, dans ses belles monographies des Mollusques éocènes de Belgique (1936, 1938), maintient ces subdivisions et que E. Darteville (1935), bien que partageant l'opinion de M. Leriche sur le fond du problème, arrive à la même conclusion que nous sur ce point.

Puisque les « sables de Cresnes » correspondent à un cycle différent de celui des « Sables moyens », pourquoi ne seraient-ils pas, plutôt que les « marnes à *Ph. ludensis* », l'équivalent du Barton clay et des sables de Wemmel ? Malacologiquement, il existe sinon

1. Notre confrère a d'ailleurs reconnu le fait (1925b, p. 31) pour *Drillia acuminiensis* (DE BOURY), mais ce n'est pas là un cas isolé, comme nous avons l'intention de le montrer dans un travail ultérieur.

2. Nous ajouterons que la plupart des espèces nouvelles que R. Abrard ne connaissait que d'une seule localité existent en réalité dans plusieurs gisements des sables de Cresnes, sinon dans tous.

des preuves, du moins d'excellentes raisons pour qu'ils le soient et ces raisons les voici :

Quand on analyse la faune, d'ailleurs assez pauvre (environ 100 espèces) des marnes à *Ph. ludensis*, on constate que ses affinités avec celles du Barton clay et des sables de Wemmel sont à peu près nulles. Sans doute comprend-elle un certain nombre d'espèces qui existent dans ces deux formations, mais, comme ces espèces se rencontrent également dans les « sables de Cresnes », elles ne peuvent être prises en considération. Par contre, aucune des espèces caractéristiques des marnes à *Ph. ludensis* n'a été trouvée ni dans le Barton clay, ni dans les sables de Wemmel, sans que leur absence paraisse pouvoir être imputée à une différence de faciès, puisque les genres auxquels elles appartiennent ont des représentants à Barton comme à Wemmel. C'est notamment le cas pour les Pholadomies et les Volutes. Mais il y a plus : il semble bien en effet que, conformément aux vues de J. Boussac (1907 c), la faune malacologique ludienne existe en Angleterre dans les Long Mead End Sands, c'est-à-dire au sommet de la série de Barton, immédiatement au-dessous des Lower Headon beds dont la faune de Mammifères a par ailleurs de grandes analogies avec celle du Gypse parisien.

Si les « sables de Cresnes » ont des affinités faunistiques très faibles avec les sables de Wemmel, à peu près égales cependant à celles qu'ont ces derniers avec le Barton clay <sup>1</sup>, ils en ont par contre de très notables avec la formation anglaise, comme l'ont souligné Munier-Chalmas et de Lapparent (1893, p. 476) et ce, malgré une différence importante de faciès <sup>2</sup>. Ces affinités se manifestent :

### 1° Par l'apparition dans les sables de Cresnes :

a) d'espèces qui, sans être spéciales aux Barton beds, y atteignent leur maximum de fréquence : *Tellina filosa* Sow., *Natica ambulacrum* (Sol.) <sup>3</sup>, *Clavilithes longaevus* (Sol.) non Lk., non Cossm.

1. Voici les chiffres donnés par M. Glibert (1938, pp. 176-177) : Espèces des sables de Wemmel communes avec les « Sables moyens » : 85, avec les sables de Cresnes : 49, dont 6 spéciales à ces sables. Espèces des sables de Wemmel communes avec les Upper Bracklesham beds : 66, avec les Barton beds : 43, sur lesquelles 9 sont spéciales à cette formation.

2. Cette différence de faciès se manifeste par la présence dans les sables de Cresnes de nombreuses coquilles laguno-marines, saumâtres ou même dulci-coles qui manquent à peu près totalement dans les Barton beds, beaucoup plus marins. Par ailleurs, la comparaison des deux faunes est rendue difficile du fait que bon nombre d'espèces citées à Barton sont encore inédites ou, comme nous avons pu nous en convaincre, sujettes à révision.

3. C'est à tort, pensons-nous, que R. Abrard (1925b) indique cette espèce dans les Sables moyens ; pour notre part nous ne l'y avons jamais rencontrée et nous n'avons trouvé dans la bibliographie aucune trace de sa présence à ce niveau.

(Morellet, 1935), *Bullinella elliptica* (Sow.), *Volvulella lanceolata* (Sow.), etc. ;

b) d'espèces localisées dans les Barton beds : *Umbonula bartonensis* GREG. (Bryozoaire), *Tellina hantoniensis* EDW., *Crassatella bartonensis* WOOD (Chavan, 1939), *Foratiscala Newtoni* DE BOURY, *Adeorbis politus* EDW., *Rimella rimosa* (SOL.)<sup>1</sup>, *Athleta ambigua* (SOL.), *Athleta suspensa* (SOL.)<sup>2</sup> et toute une série de Pleurotomes : *Clavatulula desmia* (EDW.), *Asthenotoma microchila* (EDW.)<sup>3</sup>, *Asthenotoma pupa* (EDW.), *Pleurotoma callifera* EDW. non PEZANT, *Drillia verticillum* (EDW.) ;

2° Par la présence dans les Barton beds :

c) d'espèces qui, dans le bassin de Paris, sont spéciales aux sables de Cresnes : *Donax trigonula* DESH., *Solarium Goossensi* MORLET, *Solarium Bonneti* COSSM., *Hemicerithium Gardneri* (COSSM.) ;

d) de variétés ou d'espèces des sables de Cresnes, non décrites : *Ampullina* cf. *grossa* (DESH.), considéré par certains comme une forte variété de *A. Edwardsi* (DESH.), *Solarium* cf. *canaliculatum* LK., etc.

Les sables de Cresnes ont donc avec le Barton clay des affinités malacologiques incontestables, alors que les marnes à *Ph. ludensis* n'en ont pour ainsi dire aucune. Dans ces conditions, étant donnée la carence des Nummulites, il paraît beaucoup plus logique de voir en eux, plutôt que dans les marnes à Pholadomies, l'équivalent des argiles de Barton. Nous sommes ainsi amenés à abandonner la solution stratigraphique adoptée par M. Leriche et R. Abrard et à revenir à celle de J. Boussac.

Comment interpréter, au point de vue de la nomenclature, ce retour aux idées anciennes, c'est ce que nous allons examiner maintenant.

### III. NOMÉCLATURE.

Les sables de Cresnes, redevenant l'équivalent du Barton clay, appartiennent au Bartonien de Mayer-Eymar, quel que soit le type que l'on prenne pour cet étage : le type historique (bassin de Paris) ou le type logique (Barton). Comme par ailleurs, malgré

1. D'après A. Wrigley (1938) les échantillons des Upper Bracklesham beds rapportés à cette espèce sont en réalité des *Rimella labrosa* (Sow.).

2. C'est sans doute à cette espèce qu'appartient la var. *canaligera*. Stadt in Cossmann (Catalogue, app. 5, p. 183, pl. VI) de *Athleta athleta* (SOL.). Quant aux échantillons des Sables moyens (Vendrest) rapportés par Cossmann (Catalogue, app. 5, p. 183, pl. VI) à *Athleta suspensa* (SOL.), ce sont de simples variétés de *Athleta depauperata* (Sow.).

3. Même remarque qu'à la note 3, p. 114.

les différences de faune que nous avons signalées, ils ont avec les Sables moyens de grandes affinités, il nous paraît difficile de voir, dans ces deux formations, autre chose que deux zones paléontologiques d'un seul et même étage ; c'est pourquoi, dans nos notes antérieures, nous les avons réunies, donnant par extension à l'ensemble le nom de Bartonien.

Semblable réunion nous paraît d'ailleurs également justifiée en ce qui concerne les « Upper Bracklesham beds » et les « Barton beds » d'une part, les « sables de Lede » et les « sables de Wemmel » d'autre part. Il nous est en effet impossible d'admettre avec M. Leriche (1925, p. 372) qu'entre les couches d'Angleterre et de Belgique qui constituent son Lediën (Upper Bracklesham beds, sable de Lede) et celles auxquelles il réserve le nom de Bartonien (Barton beds, sables de Wemmel) existe une coupure paléontologique si importante qu'il faille, comme il le fait, placer le premier de ces étages dans l'Éocène moyen et le second dans l'Éocène supérieur.

Cette coupure, tant au point de vue stratigraphique qu'au point de vue paléontologique, n'existe pas à Barton où, comme le dit Fisher (1862), les Upper Bracklesham beds et les Barton beds « form a continuous series, changing gradually throughout in its lithological characters and fauna », et ce n'est que pour se conformer aux idées théoriques qu'en général les auteurs anglais font débiter le Bartonien avec le lit à *Nummulites prestwichianus*. Les Lower Barton beds renferment encore en effet une multitude (« a host », suivant l'expression de Gardner, 1888) d'espèces des Upper Bracklesham beds, dont nous citerons quelques-unes, choisies parmi celles qui, en France, passent précisément des Sables moyens dans les sables de Cresnes : *Corbula pisum* Sow., *Corbula gallica* Lk., *Cardium porulosum* Lk., *Meretrix laevigata* (Lk.), *Calyptraea aperta* (Sol.), *Melongena minax* (Sol.), *Strepsidura turgida* (Sol.), *Sycum pirus* (Sol.), *Athleta athleta* (Sol.), *Athleta scabricula* (Sol.).

Bon nombre d'espèces des Upper Bracklesham beds se poursuivent d'ailleurs dans le « Middle » et même dans l'« Upper Barton ». Il est à noter au surplus que, dans cette dernière subdivision, apparaissent seulement en Angleterre des espèces qui, dans le bassin de Paris, sont connues dans les Sables moyens : *Divaricella Rigaulti* (Desh.), *Miltha gigantea* (Lk.), *Cypraea bartonensis* Edw., *Hemiconus scabriculus* (Sol.), *Murex subrudis* D'Orb., *Bullinella heterostoma* (Edw.), etc.

Il existe donc des affinités malacologiques importantes non seulement entre les couches de Barton et les Upper Bracklesham beds, mais encore entre les plus élevées de ces couches et les Sables moyens du bassin de Paris.

En ce qui concerne la Belgique, nos connaissances sur la faune des sables de Lede sont encore trop sommaires pour permettre une comparaison avec celle des sables de Wemmel. Cependant, les

mémoires de M. Glibert sur cette dernière (1936, 1938) font ressortir que les affinités faunistiques de Wemmel sont plus grandes avec les Sables moyens qu'avec aucune autre formation des bassins parisien et anglais, même qu'avec les Barton beds, et l'on a l'impression que l'auteur, en concluant que les sables de Wemmel sont équivalents des Lower Barton beds, a surtout été guidé par le fait qu'ils renferment *Nummulites Orbignyi*, synonyme pour lui, mais pas pour nous, de *N. prestwichianus*.

Nous sommes ainsi ramenés à la conception d'un Bartonien identique au Bartonien *sensu lato* de J. Boussac (dans sa première manière de voir), de P. Lemoine, etc., tel que nous l'avons défini au début de cette note. Mais nous irons plus loin.

En désaccord avec R. Abrard (1933) sur les équivalents des sables de Cresnes et des marnes à *Ph. ludensis* dans les bassins anglais et belge, nous sommes par contre tout disposés à le suivre dans la seconde de ses conclusions et à considérer ce Bartonien *sensu lato* comme une simple partie d'un seul et même grand étage, allant du Lutétien à l'Oligocène et englobant, par suite, le Ludien de Munier-Chalmas et de Lapparent. Il nous paraît toutefois indispensable d'y reconnaître trois subdivisions, correspondant à trois zones paléontologiques distinctes : une inférieure (Sables moyens ; Upper Bracklesham beds ; sables de Lede), une moyenne (sables de Cresnes ; Barton clay ; sables de Wemmel) et une supérieure (marnes à *Ph. ludensis* et gypse ; Long Mead End Sands et Lower Headon beds)<sup>1</sup>.

A ce groupement nouveau, le mieux serait évidemment de donner dès à présent un nom nouveau, de façon à éviter par la suite toute confusion. Nous ne voulons cependant pas en prendre seuls la responsabilité et conserverons *provisoirement* celui de Bartonien que lui a appliqué R. Abrard, malgré les critiques que soulève l'emploi de ce terme dans un sens différent du sens primitif, Mayer-Eymar, bien qu'en dise notre confrère, n'ayant jamais fait rentrer dans son Bartonien ni le gypse parisien, ni les Lower Headon beds qu'il classait dans son Ligurien.

Pour ce qui est des subdivisions, l'emploi des désignations locales en usage dans chaque bassin (Sables moyens, Upper Bracklesham beds, sables de Lede, etc.) nous semble très suffisant et même préférable par sa précision à celui de sous-étages en « ien » qui implique un parallélisme toujours subjectif et par suite constamment modifiable. Si, cependant, les règles de la nomenclature exigent que ces subdivisions portent de tels noms, c'est dans les bassins parisien et anglais qu'il faut choisir les localités types, à l'exclusion de la Belgique où la succession est sans doute incomplète et où les bonnes coupes et la plupart des gisements fossilières ont aujourd'hui disparu. L'idéal, dans le cas présent comme

1. Cette subdivision paraît manquer en Belgique.

dans beaucoup d'autres, serait d'ailleurs de choisir les noms de l'étage et des sous-étages dans le même bassin, ce qui donnerait toute sécurité sur les relations stratigraphiques des divers termes entre eux, mais ce souhait demeurera certainement platonique car, dans l'élaboration d'une nomenclature internationale, de regrettables susceptibilités rendront toujours difficile l'exclusion du panachage, malgré les graves inconvénients que présente cette méthode.

---

### BIBLIOGRAPHIE

- ABRAUD R. 1922. Sur la présence de *Nummulites variolaris* Lk. sp. dans les sables de Cresnes, de Marines et du Rule, et sur sa signification. *C. R. Ac. Sc.*, T. 175, pp. 177-179, 1922.
- 1925a. L'équivalent du Barton clay et du Wemmélien dans le bassin de Paris. *C. R. somm. S. G. F.*, 1925, pp. 102-104.
- 1925b. Faune des sables de Chars, de Cresnes, de Marines et du Ruel. Conclusions à en tirer. *B. S. G. F.* (4), XXV, 1925, pp. 15-32.
- 1927. Répartition stratigraphique de *Voluta athleta* Sol. dans le bassin de Paris. *C. R. somm. S. G. F.*, 1927, pp. 68-69.
- 1928. Les Nummulites operculiformes, stades primitifs et de dégénérescence. *B. M. Hist. Nat.*, 1928, pp. 183-184.
- 1933. Nomenclature et synchronisme des assises de l'Éocène moyen et supérieur des bassins nummulitiques de l'Europe occidentale. *B. S. G. F.* (5), III, 1933, pp. 227-237.
- BOUSSAC J. 1905. Première note sur les Cérithes. Révision du groupe du *Potamidés tricarinatus* Lk. *B. S. G. F.* (3), V, 1905, pp. 669-678.
- 1907a. Observations sur la faune des couches supérieures de Bracklesham à *Nummulites variolaris*. *Ann. S. G. du Nord*, XXXVI, 1907, pp. 360-365.
- 1907b. Éocène moyen et Éocène supérieur. *B. S. G. F.* (4), VII, 1907, pp. 355-357.
- 1907c. La limite de l'Éocène et de l'Oligocène. *B. S. G. F.* (4), VII, 1907, pp. 400-411.
- 1912a. Essai sur l'évolution des Cérithidés dans le Mésonummulitique du bassin de Paris. *Ann. Hébert*, Paris, 1912.
- 1912b. Études stratigraphiques sur le Nummulitique alpin. *Mém. Carte Géolog. France*, Paris, 1912.
- CHARPIAT R. 1923. Recherches sur l'évolution des Cerithidae tertiaires du bassin de Paris particulièrement et sur l'importance des caractères internes de leur coquille pour une classification naturelle, Thèse, Paris, 1923.
- CHAVAN A. 1939. Sur quelques Crassatellidae tertiaires : *Chattonia*, *Crassatina*, *Crassinella*. *Bull. Musée Roy. d'Hist. Nat. de Belgique*, XV, n° 34, Bruxelles, 1939, pp. 1-36.
- CURRY D. 1937. The English bartonian Nummulites. *Proceed. Geolog. Assoc.*, XLVIII, 3, London, 1937, pp. 229-246.
- DARTEVELLE E. 1935. Bryozoaires du Lédien du bassin de Paris. *Ann. S. R. Zool. de Belgique*, Bruxelles, 1935.
- DOUVILLÉ H. 1904. Considérations générales sur la constitution des terrains tertiaires dans le bassin de l'Aquitaine. *B. S. G. F.* (4), IV, 1904, pp. 340-341.
- FISHER O. 1862. On the Bracklesham beds of the Isle of Wight basin. *Quart. Journ. Geol. Soc. of London*, XVIII, 1862, pp. 65-94.

- GALEOTTI H. 1837. Mémoire sur la constitution géognostique de la province de Brabant. *Mém. couronnés par l'Ac. roy. Sc. et Belles Lettres de Bruxelles*, XII, 1837.
- GARDNER J. S., KEEPING H. and MONCKTON H. W. 1888. The Upper Eocene, comprising the Barton and Upper Bagshot formations. *Quart. Journ. Geol. Soc. of London*, XLIV, 1888, pp. 578-633. Observations de Prestwich, Whitaker, etc., pp. 634-635.
- GLIBERT M. 1936 et 1938. Faune malacologique des sables de Wemmel. *Mém. Musée Roy. d'Hist. Nat. de Belgique*, Bruxelles. I. Mém. 78, 1936, Pélécy-podes ; II. Mém. 85, 1938, Gastropodes, Scaphopodes, Céphalopodes.
- JONES T. R. 1862. In O. Fisher (appendix B) ; voir ce nom.
- LA HARPE (DE) 1879. Lettre à T. R. Jones in T. R. Jones. Catalogue of the fossil Foraminifera in the collection of the British Museum (Natural History), London, 1882, pp. 91-93.
1883. Étude des Nummulites de la Suisse et révision des espèces éocènes des genres *Nummulites* et *Assilina*, 3<sup>e</sup> partie (posthume). *Mém. Soc. Paléont. Suisse*, X, 1883.
- LAPPARENT (A. DE) 1900. Traité de Géologie, 4<sup>e</sup> édition, Paris, 1900.
- LEMOINE P. 1911. Géologie du bassin de Paris, Paris, 1911.
- LERICHE M. 1905a. Observations sur la géologie de l'île de Wight. *Ann. S. G. Nord*, XXXIV, 1905, pp. 16-42.
- 1905b. Observations sur le synchronisme des assises éocènes dans le bassin anglo-franco-belge. *B. S. G. F.* (4), V, 1905, pp. 683-684.
- 1925. Sur la nécessité de maintenir les étages Ledien (= Auversien) et Bartonien dans la classification de l'Éocène du bassin anglo-franco-belge. *B. S. G. F.* (4), XXV, 1925, pp. 369-373.
- 1939. Un gîte fossilifère dans le Bartonien du Meetjesland et sur le sens à donner au nom de Bartonien. *Bull. S. G. de Belgique*, LXII, 1938-1939, pp. 552-559.
- MAYER-EYMAR Ch. 1857. Versuch einer neuen Klassifikation des Tertiär-Gebilde Europa's. *Verh. d. schweizer natur. Gesellsch. in Trogen* 1857, Trogen, 1858. Cette note est suivie de « Versuch einer synchronistischen Tabelle der Tertiär-Gebilde Europa's », Zurich, 1858.
- 1869. Tableau synchronistique des terrains tertiaires inférieurs, 4<sup>e</sup> édit., Zurich, 1869.
- MORELLET L. et J. 1925. A propos de la communication de R. Abrard sur la faune des sables de Chars, de Cresnes, de Marines et du Ruel. *C. R. somm. S. G. F.*, 1925, pp. 35-36.
- 1931. Sur une variété bartonienne et ludienne de *Bayania hordacea* (Lk.). *B. S. G. F.* (5), I, 1931, pp. 535-536.
- 1934. Que faut-il entendre par « Bartonien » Mayer-Eymar 1857 ? *C. R. somm. S. G. F.*, 1934, pp. 73-74.
- 1935. Contribution à l'étude de la faune bartonienne du bassin de Paris. *C. R. somm. S. G. F.*, 1935, pp. 99-100.
- MUNIER-CHALMAS et DE LAPPARENT 1893. Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires. *B. S. G. F.* (3), XXI, 1893.
- WRIGLEY A. 1938. English Eocene and Oligocene Strombidae and Aporrhaidae. *Proceed. Malacologic. Soc.*, XXIII, part II, July 1938, pp. 61-88.

## LES ROCHES BASALTIQUES DE L'ÎLE MARÉ (ARCHIPEL LOYAUTÉ).

PAR **Alfred Lacroix** <sup>1</sup>.

Les voyageurs qui ont visité les îles Loyauté et les géographes qui en ont parlé <sup>2</sup> ont signalé l'existence de roches volcaniques dans l'île Maré.

Grundemann <sup>3</sup> semble avoir été le premier à les avoir indiquées, mais il n'a pas donné de renseignements sur elles. Cette indication a été aussi fournie par Chambeyron.

M. Augustin Bernard <sup>4</sup>, dans sa thèse sur l'*Archipel de la Nouvelle-Calédonie*, a mis en doute cette observation ; par contre, Ed. Suess <sup>5</sup>, P. Marshall <sup>6</sup>, Reginald A. Daly <sup>7</sup> l'ont acceptée sans fournir de précisions. Quelques semaines avant la guerre de 1914, M. F. Leenhardt m'a communiqué deux échantillons recueillis par son fils Maurice que celui-ci avait récoltés sur la butte de Rawa. Mais ce fut seulement en janvier 1918 <sup>8</sup> que j'ai rapporté ce fait à la Société Géologique de France, ne consacrant que quelques lignes pour confirmer l'authenticité de l'existence de roches volcaniques à Maré et indiquer qu'elles consistent en un basalte et une dolérite. D'après leur structure, j'ai fait remarquer alors qu'elles doivent constituer soit un dôme intrusif superficiel, soit une coulée épaisse démantelée. J'ai noté, en outre, que M. Leenhardt avait exprimé l'opinion que des roches semblables pouvaient exister dans une petite île voisine, Tiga.

A ce moment, je ne connaissais pas le récit de voyage en Nouvelle-Calédonie de Fritz Sarasin <sup>9</sup> qui a donné une description de l'île Maré, mais s'est contenté de dire, au point de vue pétrographique, que la lave en question est un basalte à olivine.

En mission à la Nouvelle-Calédonie, M. Philippe Le Chartier de Sedouy, ayant eu connaissance de ma note, a obtenu de la

1. Note présentée à la séance du 6 mai 1940.

2. *Peterman's Mitteil.* 1870, p. 365.

3. *Bull. Soc. géograph. Paris*, 9, 1875, p. 560.

4. *L'Archipel de la Nouvelle-Calédonie.* Paris, 1895, p. 45.

5. *La face de la Terre.* T. II, 1900, p. 534.

6. *Oceania. Handb. Region. Geologie.* T. VII, Abt. 3, p. 27.

7. *Bull. geol. Soc. America.* T. XXVII, 1916, p. 337.

8. *C. R. somm. Soc. géol. de France.* 1918, p. 24.

9. *La Nouvelle-Calédonie et les îles Loyalty.* Souvenirs du voyage d'un naturaliste ; traduction de J. Roux, Paris-Genève-Lyon, 1914, p. 296, avec carte de l'île Maré.



bienveillance de M. Jore, gouverneur de la colonie, toutes facilités pour explorer l'île Maré et les îlots voisins. Cet ingénieur vient de m'envoyer ses récoltes pétrographiques, en même temps qu'un rapport circonstancié sur ses observations. Comme il publiera sans doute ce rapport, je me contenterai d'y prendre ce qui est strictement nécessaire pour situer les échantillons qui vont être décrits.

### ILE MARÉ.

Le gisement le plus anciennement connu est au centre de l'île, à Rawa. Là se trouvent « deux élévations, allongées du Nord au Sud, qui font l'impression d'être quelque chose d'étranger à la contrée », a écrit Fritz Sarasin. Cet ensemble a environ 4 ou 500 m de longueur ; il se dresse à 10 ou 15 m au-dessus du plateau calcaire couronnant l'île.

Un second gisement existe dans les mêmes conditions, à Péorawa (7 km E de Rawa).

Les roches de ces deux gisements sont de nature basaltique, mais présentent des différences chimiques et structurales.

Je m'occuperai tout d'abord du gisement de Péorawa qui est le plus important.

#### Péorawa.

Il s'agit d'un *basalte* noir, en gros blocs à la partie supérieure du volcan. Il renferme de l'olivine jaune qui constitue les seuls phénocristaux. Ils sont distribués dans une pâte très fine, holocristalline, faite de très petits microlites de labrador, d'augite prismatique très abondante et de grains de titanomagnétite, avec fort peu d'olivine.

Cette roche est fraîche, mais il n'en est pas de même de celle qui a été recueillie par M. de Sedouy dans un trou creusé par un indigène à 1 m 50 de la surface, au milieu d'une sorte de terre noire formée de petits fragments basaltiques anguleux entièrement décomposés. Les feldspaths sont transformés en argile, mais sont encore très distincts, de même que les minéraux ferrugineux partiellement transformés en gôthite.

#### Rawa.

A Rawa, il existe deux types, un basalte doléritique et une dolérite. Les nouveaux échantillons que j'ai étudiés sont identiques à ceux de M. Leenhardt ; ce sont des fragments de blocs recueillis en place, mais ne constituant pas de masses continues. Ils sont inclus dans une terre jaune résultant de leur décomposition.

M. de Sedouy a fait creuser cette terre latéritique jusqu'à une profondeur de 4 m 50, sans pouvoir atteindre la roche intacte. Comme cela arrive toujours dans les pays tropicaux, les blocs

qui n'ont pas encore été atteints par les phénomènes secondaires sont suffisamment frais pour être étudiés au point de vue chimique.

Le basalte doléritique à gros grain paraît être la roche dominante ; il est d'un gris noir, sans grands phénocristaux, mais sur la cassure brillent de nombreux clivages de plagioclases. Dans les lames minces, les feldspaths se montrent zonés irrégulièrement, ils renferment de 70 à 15 % d'anorthite ; l'association des macles de Carlsbad et de l'albite facilite leur détermination. L'olivine, en partie transformée en iddingsite, est peu abondante. Il faut signaler de nombreux cristaux d'apatite.

Ces plagioclases sont enchevêtrés et, dans leurs intervalles, abondent de nombreux microlites allongés d'augite, légèrement violacée, accompagnés par quelques microlites feldspathiques de petite taille. Des octaèdres de magnétite squelettiformes moulent tous les minéraux précédents et sont souvent accompagnés de quelques paillettes de biotite.

Cà et là, on voit de petites aires d'un minéral faiblement biréfringent non déterminé et aussi un minéral fibreux à allongement positif, d'une biréfringence assez grande, formant des gerbes, il paraît correspondre à la bardolite de Morozevič. Ce sont des produits d'altération.

Le second type est une dolérite à gros grain, dans laquelle, à l'œil nu, apparaissent des feldspaths jaunâtres au milieu du pyroxène et de la magnétite.

Les plagioclases zonés (52 à 35 % d'anorthite) forment de grandes plages maclées suivant les lois de Carlsbad et de l'albite. L'augite titanifère violette est en cristaux automorphes ou en plages à tendance ophitique par rapport aux feldspaths.

La magnétite est squelettiforme, l'apatite assez abondante, à l'inverse de l'olivine, en partie transformée en iddingsite. Les intervalles existant entre les feldspaths sont remplis par un verre altéré riche en microlites d'orthose filiformes, enveloppés ophitiquement par de l'augite aegyrienne et de l'aégyrine qui se trouve aussi en grains.

Par places, l'orthose se présente en gros microlites rectangulaires et courts. A leur voisinage, l'augite titanifère devient verte sur ses bords ; la lisière des feldspaths englobe un minéral incolore qui est probablement la sodalite.

Un échantillon très altéré de cette dolérite a été recueilli ; seules l'augite et l'aégyrine sont intactes ; la partie périphérique des plagioclases seulement n'est pas décomposée ; l'olivine a disparu.

Les analyses (faites par M. Raoult) montrent que ces roches basaltiques appartiennent au type  $\beta$  ; les deux premières sont labradoriques, la troisième, andésinique, avec une petite quantité de néphéline virtuelle dans le N<sup>o</sup> 3 qui, en outre, est plus riche en orthose, non seulement virtuelle, mais exprimée ; la teneur en

magnésie est plus faible que dans les autres. A ce point de vue, cette roche se rapproche d'un pegmatitoïde (orthose et ægyrine), mais il faut remarquer l'augmentation en fer et en titane dans les deux autres roches.

#### ILE DOUDONNE.

Cette petite île est située à 5 km de la pointe NE de Maré, allongée du NE au SW sur une longueur de 4 km. Sa partie la plus élevée se trouve à 20 m au-dessus du niveau de la mer. Elle est constituée par des calcaires coralliens, mais, sur sa côte SE, se trouve un calcaire poreux, friable, renfermant en grande quantité de petits fragments d'une *ponce* grisâtre qui abonde à sa surface.

L'examen microscopique montre qu'elle est semblable à la ponce dacitique transportée par l'Océan qui se rencontre sur les côtes de la Nouvelle-Calédonie et de l'Archipel des Nouvelles-Hébrides <sup>1</sup>. On n'y voit, au microscope, que des cristaux gloméroporphyrifères d'augite et d'hypersthène disséminés dans un verre dépourvu de microlites. Je n'ai pas de précisions sur l'altitude où ces ponces ont été recueillies, mais le ciment qui les réunit montre qu'elles sont plus anciennes que celles charriées par l'Océan actuellement et que leur gisement doit se trouver sur une plage soulevée.

#### ILE TIGA.

Cette île se trouve environ à 30 km au Nord de Maré. Elle mesure 5 km de longueur dans la direction NE-SW ; elle est formée par trois étages superposés de calcaire corallien dont le plus élevé mesure de 50 à 60 m. M. de Sedouy n'y a vu que des calcaires ; l'hypothèse faite par M. Leenhardt, qui est rapportée plus haut, n'est donc pas confirmée ; elle a été probablement suggérée par la coloration vue de loin d'une formation calcaire et argileuse d'un jaune brun, répartie assez capricieusement dans l'île.

1. A. LACROIX. Les ponces dacitiques flottant sur l'Océan entre les Fiji, les Nouvelles-Hébrides et la Nouvelle-Calédonie, *CR. Ac. Sc.*, 208, 1939, p. 853-857.

## Analyses faites par M. Raoult.

1. Basalte labradorique, Péorawa. III.5.3(4).4' [2.2(3).2.2.'].
2. Basalte doléritique labradorique, Rawa. (II) III.5.3(4).4 [2.2'.2.3'].
3. Dolérite, facies pegmatitoïde, Rawa. III.5.3.4 [2'.1(2).2(3).3'].

	1	2	3
SiO <sup>2</sup> . . . . .	47.64	46.48	45.70
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	13.98	16.02	12.39
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	2.55	2.28	3.98
FeO . . . . .	8.47	7.75	10.60
MnO . . . . .	0.15	0.15	0.14
MgO . . . . .	9.77	6.09	4.61
CaO . . . . .	9.72	10.94	11.04
Na <sup>2</sup> O . . . . .	2.78	3.00	3.09
K <sup>2</sup> O . . . . .	0.84	1.13	1.74
TiO <sup>2</sup> . . . . .	2.78	3.00	5.12
P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> . . . . .	0.37	0.58	0.57
H <sup>2</sup> O+ . . . . .	1.09	2.18	1.05
H <sup>2</sup> O— . . . . .	0.23	0.69	0.23
	100.37	100.29	100.26
Or . . . . .	5.00	6.67	10.01
Ab . . . . .	23.58	23.71	21.48
An . . . . .	23.07	26.97	15.01
Né . . . . .	»	0.78	2.56
CaSiO <sup>3</sup> . . . . .	9.28	9.86	15.08
MgSiO <sup>3</sup> . . . . .	10.60	6.10	8.60
FeSiO <sup>3</sup> . . . . .	3.83	3.17	5.81
Mg <sup>2</sup> SiO <sup>4</sup> . . . . .	9.66	6.37	2.03
Fe <sup>2</sup> SiO <sup>4</sup> . . . . .	4.08	3.36	1.63
Ma . . . . .	3.71	3.25	5.80
Ilm. . . . .	5.32	5.78	9.73
Ap . . . . .	1.01	1.34	1.34
An % . . . . .	50	53	41
Σb . . . . .	47.5	39.2	50.0

## LE GROUPE DES GANOPRISTINÉS.

PAR C. Arambourg <sup>1</sup>.

PLANCHES III et IV.

Parmi les groupes de Sélaciens aujourd'hui disparus celui des Ganopristinés (Arambourg 1935) ou « Poissons scies à dents rostrales émaillées » est l'un des plus curieux par ses affinités et par la diversité des types qu'il renferme.

Par leur forme générale, connue d'après de magnifiques spécimens de *Sclerorhynchus* du Crétacé du Liban (Woodward 1889 et 1892 ; Hay 1903), ces poissons se rapprochent à la fois des *Pristiophorus* et des *Pristis*. Comme chez eux, leur corps est allongé, étroit, déprimé comme chez *Pristis*, avec de larges nageoires pectorales. La tête se prolonge en un long rostre aplati, garni

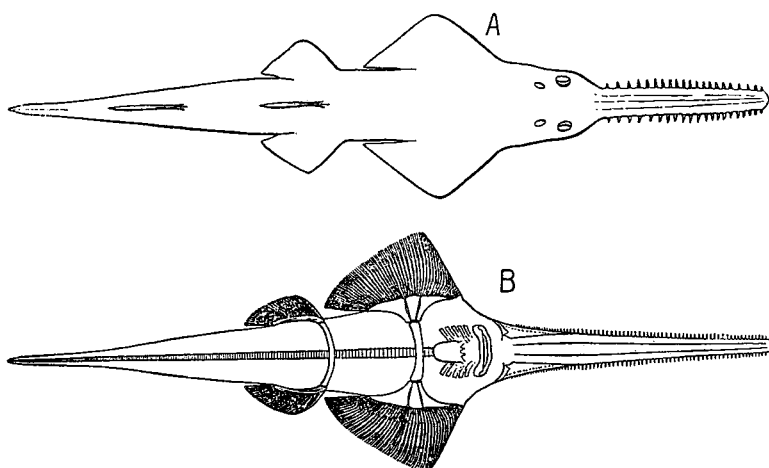


FIG. 1. — A, Silhouette de *Pristis antiquorum* actuel.  
B, Reconstitution de *Sclerorhynchus atavus* du Sénonien du Liban (d'après A. S. WOODWARD).

de chaque côté d'une rangée de dents dirigées perpendiculairement à son axe et situées dans le plan horizontal. Leur squelette est construit sur le même plan que celui des *Pristis*. La structure de leurs nageoires pectorales est, en particulier, tout à fait typique à cet égard. Elles sont en effet triangulaires et s'étendent large-

1. Note présentée à la séance du 20 mai 1940.

ment dans le plan de symétrie du corps, en arrière jusqu'au niveau des pelviennes, en avant jusqu'au niveau de la région postérieure de la tête. Elles doivent ce développement et cette forme à l'allongement distal du proptérygium et du métaptérygium disposés symétriquement de part et d'autre de l'articulation scapulaire et étroitement appliqués le long du corps, comme chez les Raies, les Rhinobates et les *Pristis*<sup>1</sup>. C'est là une structure anatomique caractéristique qui oppose ces derniers ou « Platosomia » (Garman 1913, p. 257) aux autres Sélaciens (Squales, Pristiophores) ou

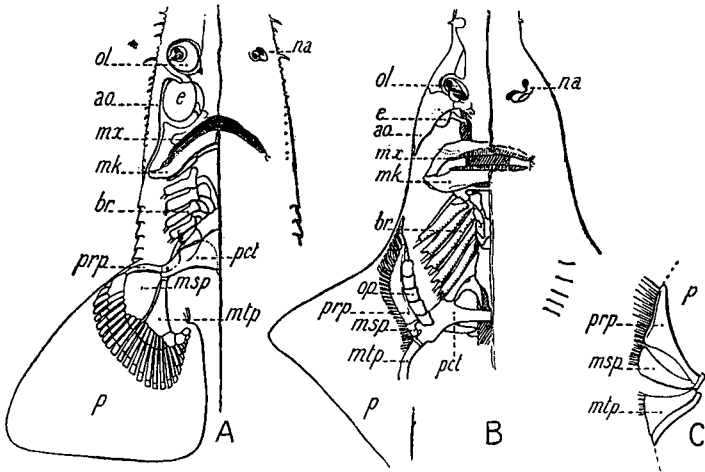


FIG. 2. — A, *Pristiophorus*. B, *Pristis*.

Squelettes de la région antérieure du corps montrant les différences essentielles entre les deux groupes de Sélaciens : Squales ou *Antacea* (*Pristiophorus*), Raies ou *Platosomia* (*Pristis*). *Ao*, cartilage antorbitaire ; *br*, arcs branchiaux ; *e*, orbite ; *mk*, mandibule ; *msp*, mesoptérygium ; *mtp*, métaptérygium ; *mx*, maxillaire ; *na*, narine ; *ol*, capsule olfactive ; *op*, cartilages operculaires ; *p*, pectorale ; *pcl*, ceinture scapulaire ; *prp*, proptérygium (arrangé et réduit d'après GARMAN.)

C, *Sclerorhynchus atavus*. Squelette de la nageoire pectorale, d'après un spécimen du Sénonien du Liban (sur WOODWARD 1889, pl. II, fig. 3).

« *Antacea* » chez lesquels les pectorales sont libres et anatomiquement dissymétriques. La colonne vertébrale est formée de vertèbres de type tectospondyle et qui ressemblent beaucoup à celles des *Pristis* mais elles sont sensiblement moins épaisses. Les dents rostrales sont, contrairement à celles des *Pristidés* tertiaires et actuels, recouvertes, comme celles des mâchoires, d'une mince couche d'émail ; elles sont simplement fixées dans les tissus par des ligaments et elles se rapprochent ainsi de celles des *Pristiophorus*.

1. Cette structure, observée d'abord par WOODWARD sur *Scl. atavus*, l'a été ensuite par HAY sur d'autres spécimens d'espèces différentes, notamment sur un très bel échantillon de *Scl. Hiram* (Hay, 1903, pl. XXIV, fig. 1, pl. XXV et pl. XXVI, fig. 1), du Cénomanien de Hadjoula (Liban).

Par contre, le rostre est formé de trois bandes cartilagineuses incrustées de calcaire, comme celui des *Pristis*. Ce dernier caractère s'ajoute donc à ceux fournis par la structure des nageoires, pour confirmer, comme l'a indiqué Woodward, la position systématique de ces Poissons parmi les Pristidés. Mais par la structure et le mode de fixation de leurs dents rostrales ils correspondent, sur le plan évolutif, à un degré de spécialisation moins étroite que celui réalisé par les espèces du genre *Pristis* et de ses alliés<sup>4</sup>. Cet état, en quelque sorte « primitif » de ce groupe fossile se manifeste aussi par la très grande diversité des formes qu'il renferme et il faut noter, en outre, que celles-ci sont toutes localisées au Crétacé supérieur alors que les vrais « *Pristis* » n'apparaissent qu'au début de l'Éocène.

Généralement les seuls débris de Ganopristinés conservés par la fossilisation sont les dents rostrales qui se rencontrent le plus souvent isolément : les beaux squelettes du Liban sont une exception. Toutefois, des rostres d'*Onchopristis numidus*, à peu près complets

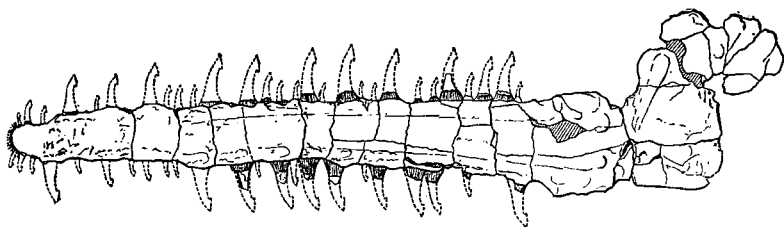


FIG. 3. — Rostre d'*Onchopristis numidus* du Cénomanien d'Égypte (réduit, d'après STROMER).

et garnis de leurs dents, ont été signalés dans le Cénomanien d'Égypte par Stromer (1917).

Les dents rostrales de Ganopristinés appartiennent à des types morphologiques assez divers, généralement décrits sous des noms génériques particuliers, mais dont la vraie nature a longtemps été méconnue. C'est ainsi que Gervais (1852) avait attribué à un Reptile nouveau, *Onchosaurus*, celles provenant du Sénonien du Bassin de Paris, tandis que plus tard Priem (1908) les rapportait à un Poisson de la famille des Esocidés. Les dents décrites par Leidy sous le nom d'*Ischyrrhiza* ont été d'abord attribuées à des Téléostéens de la famille des Elopédés (Woodward 1901). *Gigan-*

1. Le genre *Propristis* DAMES (1883) (= *Eopristis* STROMER 1905) de l'Éocène inférieur d'Égypte, établit, en ce qui concerne le mode de fixation des dents sur le rostre, une transition morphologique entre les deux groupes par ses dents rostrales implantées dans de simples échancrures des cartilages latéraux. Il faut observer enfin que, chez les *Pristis* jeunes, les dents rostrales, au moment de leur éruption, ont leur pointe recouverte d'émail ; chez certaines espèces même, comme *P. cuspidatus* LATH., cette partie émaillée présente une barbe au bord postérieur, mais celle-ci disparaît, ainsi que le revêtement d'émail, chez les individus plus âgés. A l'état juvénile, les dents rostrales des Pristidés actuels présentent donc la structure de celles des Ganopristinés adultes.

*tichthys* (= *Titanichthys*) a été rapproché par Dames (1887) des dents du genre *Enchodus*. Il a fallu la découverte, avec dents en place, de rostrès d'*Onchopristsis* et celle de squelettes complets de *Sclerorhynchus* pour établir l'origine réelle de ces organes et les rapports des Poissons auxquels ils appartenaient.

Malgré leur grande diversité d'aspect, les dents rostrales de Ganopristinés présentent cependant un ensemble de caractères qui permettent de les identifier à coup sûr. Elles sont, en effet, formées de deux parties toujours bien distinctes :

1° une couronne, très variable de forme suivant les genres, mais généralement mince, plus ou moins comprimée dorso-ventralement, toujours recouverte d'émail et dont les bords antérieur et postérieur sont tranchants, au moins vers l'extrémité distale ;

2° un socle ou racine, de longueur variable, dépourvu d'émail, élargi à sa base, laquelle présente des échancrures ou des cannelures plus ou moins accentuées et plus ou moins nombreuses, qui correspondent vraisemblablement à l'insertion des ligaments servant à la fixer sur le cartilage rostral ; cette base est concave à sa face proximale qui porte en outre le débouché d'un étroit canal pulpaire.

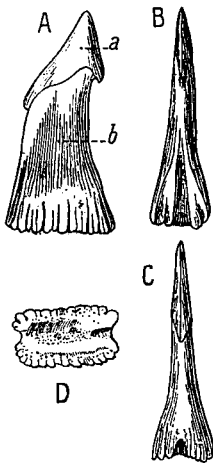


FIG. 4. — Dent rostrale d'*Onchosaurus pharao*. — A, face dorsale ; B, face postérieure ; C, face antérieure ; D, base. — a, couronne émaillée ; b, pédoncule sans émail (Crétacé du Niger).

Contrairement, en effet, à celles des *Pristis* actuels, ces dents ne sont point encastées profondément dans des alvéoles, mais s'insèrent seulement dans de simples échancrures du cartilage ou dans les téguments ; la forme de leur base, leur mode de fixation par des ligaments, les rapprochent de celles des *Pristiophoridés*<sup>1</sup> ; elles s'en distinguent toutefois par leur canal pulpaire beaucoup plus réduit, leur base complètement ossifiée et pleine.

Le type le plus anciennement décrit est celui auquel il a été fait allusion plus haut et que Gervais a nommé *Onchosaurus*. Il s'agit d'une dent dont la couronne, relativement peu développée, est grossièrement triangulaire, comprimée comme celle de tous les Ganopristinés ; elle est portée sur un pédoncule deux ou trois fois plus long qu'elle,

1. JÆKEL (1890) a indiqué que les dents rostrales de *Pristiophoridés* étaient implantées dans les tissus par une base conique à parois minces (der Wurzel... ist kegelförmig und hat dünne Wände). L'examen de spécimens de *Pr. cirratus* LATH. de la collection d'Ichtyologie du Muséum, montre que cette base rappelle par son profil celle de nos *Ganopristsis* ; mais elle est profondément creusée en forme d'entonnoir se prolongeant par un large canal pulpaire, et sa paroi est laminaire.



dépourvu d'émail et dont la base s'élargit fortement en une large expansion de section elliptique, sillonnée sur toute la surface de son tiers proximal par de nombreuses et profondes cannelures (voir pl. III, fig. 1, 1a, 1b).

D'autres dents du même type ont, plus tard, été découvertes en Égypte et décrites par Dames (1887) sous le nom de *Gigantichthys pharao* (voir fig. 2 et 2a du texte); cette dernière forme a été retrouvée récemment dans le Bassin du Niger (voir pl. III, fig. 6 à 9). J'en ai décrit en 1935 une troisième forme du Maestrichtien du Maroc. Il semble enfin que les dents du Crétacé de New-Jersey nommées *Ischyrhiza* par Leidy (1856) appartiennent au même groupe que les précédentes, si même elles ne leur sont génériquement identiques et c'est à une espèce probablement du même genre qu'il faut rapporter *Dalpiazia Stromeri* décrite par Checchia Rispoli (1933) du Maestrichtien de Tripolitaine.

Un deuxième type est constitué par *Sclerorhynchus* du Crétacé du Liban. Le rostre de ces Poissons est allongé, étroit et garni latéralement de nombreuses petites dents à couronne comprimée, tranchante, pointue et recourbée en arrière. Cette couronne émaillée est immédiatement supportée par une base dépourvue d'émail, élargie, basse et marquée de forts sillons disposés radialement qui, selon l'expression de Woodward, lui donnent, vue en plan, un aspect « étoilé ».

D'autres formes, également du Liban, ont été attribuées à ce même genre *Sclerorhynchus* par O. P. Hay (1903) sous les noms de *S. Solomonis*, *S. Hiram* et *S. sentus*. Nous aurons l'occasion de revenir plus loin à leur sujet.

Un troisième type a été distingué par Stromer (1917) sous le nom d'*Onchopristis* pour une forme du Crétacé du Djoua (Sahara), primitivement attribuée par Haug (1905) au genre *Gigantichthys* sous le nom de *G. numidus* et retrouvée par la suite associée à des fragments de rostres dans le Cénomanién d'Égypte. Il s'agit d'une forme de grande taille, mais dont, morphologiquement, les dents rostrales se rapprochent de celles de *Sclerorhynchus* : leur couronne pointue, allongée, recourbée, est recouverte d'émail jusqu'au niveau où la base s'élargit en un socle bas et fortement sillonné de cannelures radiales qui donnent à ces expansions, vues par-dessus, un aspect étoilé typique.

En 1930, Weiler a créé le genre *Schizorhiza* pour des dents provenant du Maestrichtien d'Égypte, formées d'une couronne triangulaire, émaillée, très com-

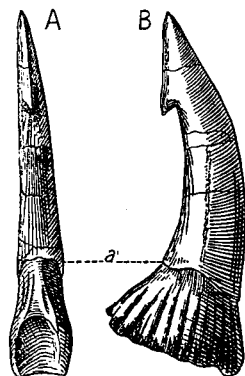


FIG. 5. — Dent rostrale d'*Onchopristis numidus* du Cénomanién d'Égypte. — A, face postérieure; B, face dorsale. a, limite entre la couronne émaillée et le socle (d'après Stromer).

primée et à bords tranchants, portée par un pédoncule sans émail deux ou trois fois plus long, fortement sillonné et profondément bifide<sup>1</sup> (voir fig. 6 du texte). De telles dents abondent dans certains

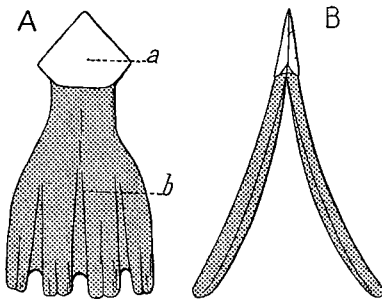


FIG. 6. — Dent rostrale de *Schizorhiza* aff. *Weileri* du Maestrichtien du Maroc. — A, face dorsale; B, profil. — a, couronne émaillée; b, socle bifide.

niveaux maestrichtiens ou daniens du Maroc du Sud Tunisien<sup>2</sup> et de l'Aurès (Laffitte 1939). Elles ont été trouvées également dans le Maestrichtien de Tripolitaine (Serra 1933) et de Nigéria (White 1934<sup>3</sup>).

Récemment Weiler (1935) a décrit, sous le nom de *Marchgrafia*, des dents du Cénomanién inférieur d'Égypte qui paraissent appartenir également au groupe des Ganopristinés et ressemblent à certains égards à celles des genres *Onchopristsis* et *Sclerorhynchus*. Ces dents sont, en effet, formées d'une couronne émaillée portée par un pédoncule élargi. La couronne est un peu comprimée dorso-ventralement avec une arête aux bords antérieur et postérieur; elle est légèrement recourbée ventralement. Le pédoncule est plus haut que la couronne: sa section est grossièrement carrée et s'élargit régulièrement vers le bas; il est marqué, sur toute sa surface, de fortes cannelures radiales et porte à son bord postérieur un sillon assez profond qui s'étend sur presque toute sa hauteur; sa base est concave et porte en son centre le débouché d'un étroit canal pulpaire. Il n'est pas douteux qu'il s'agisse là de dents rostrales appartenant à un Poisson du même groupe que les précédents. Elles ne diffèrent guère de celles de *Sclerorhynchus* que par la forme plus élevée et presque pyramidale de leur racine, ainsi que par la courbure ventrale de leur couronne. Weiler situe ce genre parmi les Pristiophoridés, par analogie avec *Sclerorhynchus* que Stromer

niveaux maestrichtiens ou daniens du Maroc du Sud Tunisien<sup>2</sup> et de l'Aurès (Laffitte 1939). Elles ont été trouvées également dans le Maestrichtien de Tripolitaine (Serra 1933) et de Nigéria (White 1934<sup>3</sup>).

Récemment Weiler (1935) a décrit, sous le nom de *Marchgrafia*, des dents du Cénomanién inférieur d'Égypte qui paraissent appartenir également au groupe des Ganopristinés et ressemblent à certains égards à celles des genres *Onchopristsis* et *Sclerorhynchus*. Ces dents sont, en effet, formées d'une couronne émaillée portée par un pédoncule élargi. La couronne est un peu comprimée dorso-ventralement avec une arête aux bords antérieur et postérieur; elle est légèrement recourbée ventralement. Le pédoncule est plus haut que la couronne: sa section est grossièrement carrée et s'élargit régulièrement vers le bas; il est marqué, sur toute sa surface, de fortes cannelures radiales et porte à son bord postérieur un sillon assez profond qui s'étend sur presque toute sa hauteur; sa base est concave et porte en son centre le débouché d'un étroit canal pulpaire. Il n'est pas douteux qu'il s'agisse là de dents rostrales appartenant à un Poisson du même groupe que les précédents. Elles ne diffèrent guère de celles de *Sclerorhynchus* que par la forme plus élevée et presque pyramidale de leur racine, ainsi que par la courbure ventrale de leur couronne. Weiler situe ce genre parmi les Pristiophoridés, par analogie avec *Sclerorhynchus* que Stromer

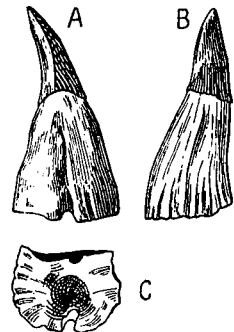


FIG. 7. — Dent rostrale de *Marchgrafia libyca* du Cénomanién inférieur d'Égypte. — A, face postérieure; B, face dorsale; C, face proximale (d'après WEILER).

1. Seules les dents figurées par Weiler sur sa pl. II, sous les n<sup>os</sup> 1 à 4, correspondent à cette diagnose. Celles numérotées de 5 à 8 appartiennent certainement à un autre type, analogue sinon identique, à *Onchosaurus maroccanus*.

2. Indications nouvelles.

3. Pl. III, fig. 2 à 4 seulement, les dents des fig. 5 et 6 appartenant sans aucun doute à un genre différent, probablement nouveau.

(1917) — avec doute — attribue à cette famille, tandis qu'il place *Onchopristis* parmi les Pristidés (1917-1925).

Enfin j'ai moi-même, en 1935, recueilli dans les niveaux maestrichtiens du Maroc, des dents isolées pour lesquelles j'ai proposé le nom de *Ganopristis*. Ces dents ont pour caractère essentiel leur couronne émaillée, comprimée dorso-ventralement en forme de lame de couteau, tranchante vers la pointe sur les deux bords, et portée par une base sans émail, absolument lisse, à contour ovale, échancrée fortement au bord postérieur. Bien que rencontrés isolément, ces organes m'ont paru n'être, sans aucun doute, que des dents rostrales d'un Pristidé voisin de *Sclerorhynchus* et d'*Onchopristis*<sup>1</sup>. Cette opinion s'est trouvée confirmée, récemment, au cours d'un séjour au Liban, où, indépendamment de la trouvaille de pièces similaires associées à des fragments de rostres effectuée dans les gisements mêmes, j'ai pu en observer toute une série dans les collections conservées à Beyrouth à l'Université américaine et au Collège des Jésuites. Parmi ces dernières, il en est une, particulièrement remarquable, provenant de la collection Zumoffen et dont je donne la reproduction photographique, pl. IV, fig. 1.

C'est un fragment de rostre de 80 mm. de long dont les proportions : largeur distale 22 mm, largeur proximale 27 mm, pour une longueur de 30 mm, indiquent une forme assez élancée, comparable à celle du rostre de *Sclerorhynchus atavus*. Les trois cartilages qui le constituent sont nettement définis par leur ligne de séparation, celui du milieu étant un peu plus large que chacun des deux autres. Les calcifications dont ils étaient incrustés forment un pavage très régulier de plaquettes hexagonales dont la surface est lisse, ce qui reproduit exactement la structure signalée par Woodward pour le rostre de *S. atavus*, et par Hay, 1903, p. 399, pl. XXV, pour celui de *S. Solomonis*. On n'observe aucune trace de recouvrement d'éléments dermiques tels que écrous ou écailles

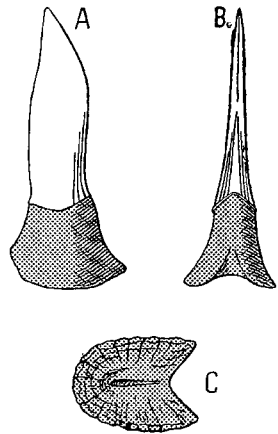


Fig. 8. — Dent rostrale de *Ganopristis leptodon* du Maestrichtien du Maroc. — A, face dorsale ; B, face postérieure ; C, base. La partie grisée correspond au socle.

1. Leur structure histologique est d'ailleurs identique à celle des dents de ce dernier genre. Comme le montre la fig. 6 de la pl. IV, leur couronne est formée de dentine compacte disposée en couches concentriques parallèles aux bords, et traversée par de très fins canalicules radiaux issus d'une étroite cavité pulpaire qui s'étend sur presque toute la longueur de la dent. (Comparer Stromer, 1917, pl. I, fig. 12 et 13, coupe d'une dent d'*Onchopristis numidus*.) La racine est formée de vasodentine.

placoïdes. Les dents sont remarquablement robustes : il y en a 4 environ pour une longueur de 1 cm et leur longueur totale est de 6 mm. Chacune d'elles comprend une base en forme de socle à surface externe parfaitement lisse, dont la section est elliptique ; le bord inférieur est échancré en arrière par une profonde fissure qui se poursuit par une légère dépression sur la surface postérieure du socle ; une échancrure moindre s'observe aussi au bord antérieur. La couronne, à peine plus haute que le socle, est formée d'une lame émaillée, comprimée, en forme de lame de canif, pointue, tranchante tout le long du bord antérieur et dans la partie distale seulement du bord postérieur ; son axe est dans le prolongement de celui du socle et perpendiculaire à la direction générale du rostre ; la courbure du bord postérieur est un peu plus accentuée que celle du bord antérieur. Ces dents ressemblent donc complètement, aux proportions et à quelques détails morphologiques près, à celles que j'ai décrites sous le nom de *Ganopristis* et il n'est pas douteux qu'il s'agisse de deux formes génériquement identiques.

Si l'on se réfère aux descriptions par O. P. Hay des diverses espèces de *Sclerorhynchus* qu'il a distinguées parmi les formes du Liban, on voit que deux d'entre elles : *S. Hiram* et *S. sentus* ressemblent par les caractères de leurs dents rostrales à la pièce dont il vient d'être fait mention. Toutes deux, en effet, sont pourvues de dents rostrales formées d'une base lisse, surmontée d'une couronne émaillée, comprimée et à bords tranchants. Elles s'opposent par là aux autres « *Sclerorhynchus* » : *S. atavus*, du Sénonien de Sahel Alma, et *S. Solomonis*, du Cénomaniens de Hadjoula, chez lesquelles la couronne émaillée repose sur un socle plissé et ayant, selon l'expression de Woodward, une apparence « étoilée » quand il est vu par-dessus, comme celui des dents d'*Onchopristis* ou d'*Onchosaurus*.

Nous rattacherons donc au genre *Ganopristis* les deux formes cénomaniennes décrites par Hay : *S. Hiram* et *S. sentus*. Les dents rostrales de ces 2 dernières formes sont beaucoup plus petites que celles de la nouvelle pièce, puisqu'on en compte de 8 à 10 par cm et que leur longueur n'excède pas 3 mm chez *G. Hiram*. Mais les pièces décrites par Hay se rapportant à des portions proximales de rostres d'individus de petite taille il est possible qu'au contraire notre fragment corresponde à une région voisine de l'extrémité distale du rostre d'un individu beaucoup plus grand, ce qui expliquerait la différence de dimension des dents. La question de taille ne saurait donc intervenir au point de vue de l'identification spécifique de ces formes. Mais il faut noter que *S. sentus* présente, au-dessus de ses cartilages rostraux, deux bandes d'écussons osseux dermiques qui manquent aux autres et suffisent à l'en distinguer spécifiquement. Reste la forme des dents rostrales dont la couronne est non seulement fortement arquée chez *S. Hiram* mais encore dirigée en arrière en formant un angle de 45° avec l'axe du socle,

tandis qu'elle est parfaitement rectiligne dans le spécimen de la collection Zumoffen.

Pour ces raisons et malgré la répugnance que j'éprouve à séparer spécifiquement des pièces incomplètes, je crois qu'il est cependant nécessaire de désigner, au moins provisoirement, le spécimen figuré ici, sous le nom de *Ganopristis libanica* nov. sp. ; il provient vraisemblablement de Sahel-Alma.

Devant la diversité des formes de Ganopristinés décrites et des appellations qui leur ont été appliquées la question se pose de la détermination et de la légitimité des différentes coupures adoptées. C'est cette mise au point que nous allons tenter<sup>1</sup>.

Ainsi qu'il a été dit au début, seuls nous sont connus le squelette complet de *Sclerorhynchus atavus* du Sénonien de Sahel-Alma (voir fig. 1, B), les rostrès et quelques fragments plus ou moins complets de *S. Solomonis*, *Ganopristis Hiram*, *G. sentus*, du Cénomanièn de Hadjoula, *G. libanica* du Sénonien W de Sahel-Alma, ainsi que le rostre d'*Onchopristis numidus* du Cénomanièn d'Égypte (voir fig. 3). Ces diverses pièces nous indiquent une constitution rostrale, une disposition et une structure des dents, qui nous permettent d'inférer la très grande analogie de ces divers animaux entre eux et avec ceux dont nous ne connaissons que les dents rostrales : *Onchosaurus*, *Ischyrhiza*, *Schizorhiza*, *Marckgrafia*. C'est donc la morphologie seule de ces dernières qui pourra nous servir de guide.

Tout d'abord *Schizorhiza* par sa couronne rhombique (voir fig. 6), sa haute racine mince et bifide, constitue un type spécial qui s'éloigne assez de tous les autres pour légitimer une séparation générique ; il comprend d'ailleurs au moins deux formes distinctes, sinon trois.

Par contre, les autres peuvent se grouper en deux séries :

1° *Onchosaurus*, *Ischyrhiza* et *Dalpiazia* d'une part, dont la couronne émaillée, réduite, est portée par un long pédoncule sans émail.

2° *Sclerorhynchus*, *Onchopristis*, *Marckgrafia* et *Ganopristis* dont la couronne longue, émaillée jusqu'à la base, est portée directement par un socle élargi, plissé chez les trois premiers, lisse chez le dernier.

Ces différences suffisent-elles à justifier leurs dénominations et ne correspondent-elles pas simplement aux différentes espèces d'un genre unique qui, par raison de priorité, devrait se nommer *Onchosaurus* ?

En réalité la plupart de ces types sont représentés chacun par des formes diverses, facilement distinguables et stratigraphiquement localisées :

1. On trouvera plus loin, p. 139 et suivantes, la diagnose succincte des différentes formes connues.

*Onchosaurus*, par exemple, comprend une forme européenne : *O. radicalis* du Maestrichtien du Bassin de Paris ; deux africaines : *O. pharao* du Sénonien du Désert libyque et du Cénomaniens-Turonien du Sahara, *O. maroccanus* du Maestrichtien du Maroc.

Les formes américaines décrites par Leidy sous le nom d'*Ischyrhiza* sont très voisines des précédentes par l'ensemble de leurs caractères généraux, elles ne paraissent pouvoir s'en distinguer que par leur pédoncule pyramidal, lisse, ne présentant que quelques gros plis dans sa partie proximale et par leur base un peu excavée, profondément échancrée en avant et en arrière.

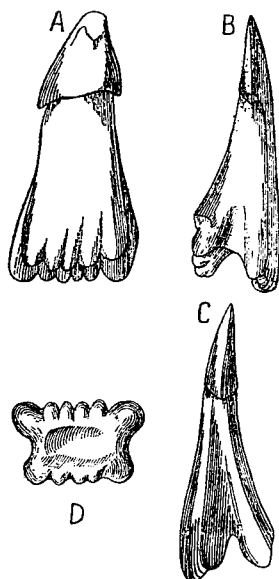


FIG. 9. — Dent rostrale de *Dalpiazia Stromeri* du Crétacé supérieur de Tripolitaine. — A, face ventrale ; B, face antérieure ; C, face postérieure ; D, base.

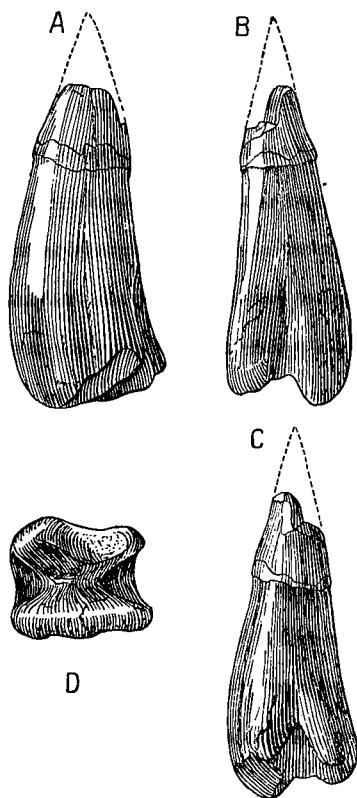


FIG. 10. — Dent rostrale d'*Ischyrhiza antiqua*, du Crétacé supérieur de l'Amérique du Nord. — A, face dorsale ; B, face antérieure ; C, face postérieure ; D, base.

Les dents décrites sous le nom de *Dalpiazia Stromeri*, du Maestrichtien de Tripolitaine, ne se distinguent, comme on peut en juger par les figures ci-dessus (voir aussi page 142) par rien d'essentiel de celles d'*Ischyrhiza* : elles sont formées du même socle pyramidal, lisse, peu plissé, profondément échancré et presque bifide à sa base.

*Sclerorhynchus* comprend, comme nous l'avons vu, deux formes

distinctes : *S. atavus* du Sénonien du Liban et *S. Solomonis* du Céno-manien de la même région.

*Onchopristis* présente, par la constitution de ses dents rostrales, les plus grands rapports avec *Sclerorhynchus* dont il ne diffère guère, au fond, que par la grande taille des spécimens connus. Toutefois sa couronne à pointe barbelée, tranchante à l'extrémité distale seule, peut, à la rigueur, justifier son maintien.

*Marckgrafja*, quoique représenté par une seule forme, se distingue aussi de tous les autres types par son socle élevé et pyramidal joint à une couronne épaisse et peu comprimée.

*Ganopristis* avec *G. leptodon*, *G. Hiram*, *G. sentus* et *G. libanica* constitue une coupure générique admissible (groupant plusieurs formes bien distinctes entre elles) et caractérisée par son socle court et lisse.

Il paraît donc légitime, dans l'état actuel de nos connaissances de conserver pour l'ensemble des Ganopristinés, les coupures génériques suivantes : *Sclerorhynchus*, *Marckgrafja*, *Onchopristis*, *Ganopristis*, *Onchosaurus* (*Ischyrrhiza*), *Schizorhiza*.

Enfin, à cette série de formes, nous en ajouterons une nouvelle provenant du Maroc :

***Ctenopristis Nougareti* nov. gen., nov. sp.**

(Pl. II, fig. 4, 4a, 4b, 4c, 5, 5a, 5b, 7.)

Cette forme n'est représentée que par des dents isolées qui abondent dans la plupart des niveaux maestrichtiens phosphatés du Maroc. La couronne est formée d'une longue et étroite lame d'émail rectiligne, extrêmement comprimée dorso-ventralement, de section ovale avec une arête tranchante sur ses deux bords (voir fig. 11). Aucun spécimen n'est complet en raison de la fragilité de ces

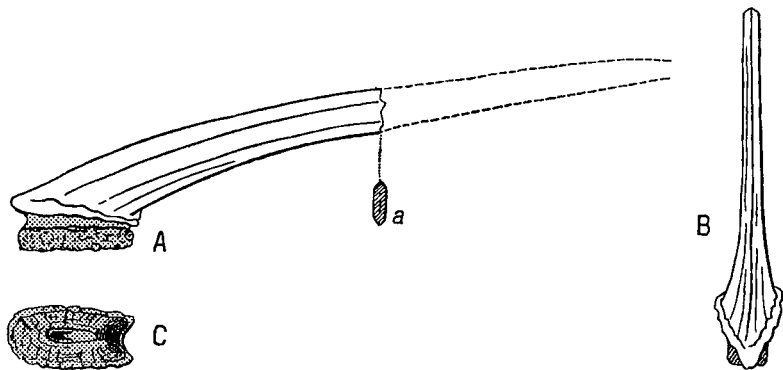


FIG. 11.

Dent rostrale de *Ctenopristis Nougareti* n. g., n. sp., du Maestrichtien du Maroc. A, face dorsale ; B, face antérieure ; C, base. — a, Section transversale de la couronne.

organes, mais il est visible que leur longueur totale, qui pouvait atteindre 3 à 4 centimètres, est égale à six fois environ la largeur à la base. Cette couronne s'insère très obliquement sur la racine avec l'axe de laquelle elle forme un angle de 20 degrés environ. Cette dernière, dépourvue d'émail, est très basse, à peine égale en hauteur à la moitié de la largeur antéro-postérieure de la couronne vers son insertion ; elle est très comprimée, de section presque rectangulaire, sauf au bord antérieur qui est légèrement convexe, de forme générale parallépipédique, lisse dans sa partie distale, rugueuse dans sa moitié proximale ; sa face proximale (fig. 11 C) est assez fortement concave, limitée par un bord irrégulièrement crénelé et interrompu en arrière par une forte échancrure ; on observe, au fond de la concavité, le débouché d'un étroit canal pulpaire. Le raccord entre la racine et la couronne est marqué par un bourrelet d'émail saillant et irrégulier, formant une pointe en avant.

La structure histologique est identique à celle des dents de *Ganopristis* ou d'*Onchopristis* : la base est formée de vasodentine, tandis que la couronne est constituée de dentine compacte disposée en couches parallèles aux bords, avec une cavité pulpaire centrale, parfois subdivisée, et d'où irradiant de très fins canalicules, normaux aux couches de dentine (voir pl. IV, fig. 7) ; la couche d'émail est très mince.

Il n'est pas douteux que ces organismes soient des dents rostrales de *Ganopristinés*. La grande obliquité de la couronne sur la racine

pourrait faire songer à un rapprochement avec les dents de certains *Ganopristis* tels que *G. Hiram* du Liban ; mais la faiblesse de la racine et sa forme, ainsi que les caractères de la couronne, montrent qu'il s'agit au contraire d'un type tout à fait particulier et complètement distinct de tous ceux du même groupe. La juxtaposition le long des bords rostraux des longues et étroites lamelles formées par les couronnes de ces dents devait donner aux rostres de ces animaux un aspect pectiné tout à fait particulier (fig. 12 ci-contre). C'est pour rappeler cette particularité que nous nommerons *Ctenopristis* (κτερίς-ένός) peigne, πριπίς scie de mer) ce nouveau genre et nous dédierons l'espèce à la mémoire de M. Nougaret, maître

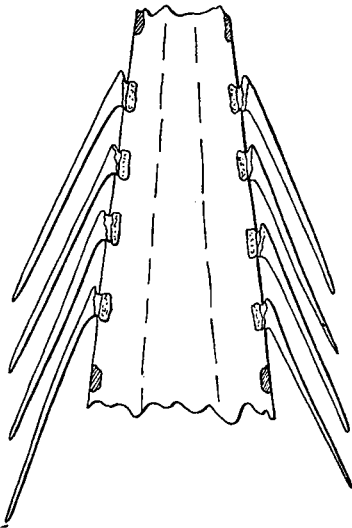


FIG. 12. — Reconstitution d'une partie de rostre de *Ctenopristis Nougareti* n. g., n. sp.



mineur, qui fut, sous la direction de M. A. Beaugé le principal prospecteur des Phosphates marocains.

Il s'agit donc là de toute une série de formes qu'il est possible de grouper autour de quelques types. Ceux-ci, dans leur ensemble, se rattachent à la famille des *Pristidae*, mais une série de caractères communs qui leur sont spéciaux, notamment la présence d'émail sur les dents rostrales, justifie leur réunion, ainsi que je l'ai proposé en 1935, en un Groupe spécial ou Sous-Famille, celle des *Ganopristinae*.

### *Répartition stratigraphique des Ganopristinés.*

Les véritables Pristidés n'apparaissent qu'à l'Éocène tandis que les Ganopristinés sont connus depuis le Cénomanién. La plupart d'entre eux semblent localisés au Crétacé supérieur en Syrie et Afrique du Nord où ils abondent, ainsi que dans le Bassin de Paris et en Amérique du Nord. Il n'est cependant pas impossible que certains aient pu survivre localement jusqu'au début de l'Éocène : car une des espèces attribuées par Leidy au genre *Ischyrhiza* proviendrait de l'« Éocène » de la Caroline du Nord. Toutefois, cette indication stratigraphique aurait besoin d'être confirmée, car il s'agit là d'un cas unique et exceptionnel, alors que tous les autres Ganopristinés connus proviennent du Crétacé supérieur.

Nous donnerons, pour terminer, la clef des différents Genres et la diagnose succincte des divers types.

## DIAGNOSE DES GENRES ET ESPÈCES DE GANOPRISTINÉS

### Sous-Famille : *GANOPRISTINAE*.

Forme et caractères généraux des *Pristis*. Corps déprimé, muni de pectorales triangulaires largement unies par leur base aux côtés du corps, s'étendant en avant au delà des orifices branchiaux par suite du prolongement distal du proptérygium. Tête munie de cartilages prépalatins très courts. Rostre allongé, déprimé, formé de trois cartilages incrustés de calcaire. Dents rostrales comprenant une base formée de vasodentine et une couronne formée de dentine compacte, recouverte d'émail ; base généralement élargie, concave à la face proximale où débouche une cavité pulpaire étroite. Ces dents ne sont pas implantées dans des alvéoles et sont simplement fixées dans les téguments par des ligaments.

Crétacé supérieur de Syrie, Afrique du Nord, Europe, Amérique du Nord. Éocène (?) en Amérique du Nord.

1. Genre *Sclerorhynchus* WOODWARD 1889.

Squelette entier connu. Dents rostrales comprimées dorso-ventralement. Couronne émaillée jusqu'à la base, tranchante aux deux bords et recourbée en arrière ; portée par un socle plissé radialement et d'aspect étoilé.

## Espèces :

*S. atavus* WOODWARD 1889, fig. 1 B-2 C. Sénonien de Sahel-Alma. — Rostre allongé, 5 fois plus long que large à la base. Dents rostrales arquées en arrière, pointues, tranchantes.

*S. Solomonis* HAY 1903, Cénomaniens de Hadjoula (Liban). — Rostre large et court, 3 fois environ plus long que large. Dents rostrales dirigées en arrière et présentant au milieu de la couronne un élargissement brusque du diamètre formant un épaulement après lequel la partie distale de la dent se recourbe en arrière ; bord antérieur tranchant.

C'est d'ailleurs avec quelques doutes que je maintiens provisoirement cette espèce dans le genre *Sclerorhynchus*, n'ayant pu observer personnellement l'holotype de Hay. La description des dents rostrales (malheureusement trop petites pour que leur structure apparaisse clairement sur la Planche de l'Auteur) est, en effet, la suivante : « These teeth have a stellate base, as in *S. atavus*, and « they appear to have been directed somewhat backward. For « some distance beyond the base, for one third or one half of its « length, the tooth is terete ; then the diameter is suddenly increased, forming a sort of shoulder. The remainder of the tooth is « gently curved backward slightly flattened, and brought to an « edge on the convex border. It is apparently only the distal portion of the tooth which is enamelled. » Ce serait là une structure rappelant celle des dents d'*Onchosaurus* et il se pourrait, par suite que l'espèce décrite par Hay appartînt à ce dernier genre.

2. Genre *Marckgrafia* WEILER 1935.

Dents rostrales seules connues. Couronne peu comprimée dorso-ventralement, légèrement recourbée vers le bas, avec arête aux bords antérieur et postérieur. Socle plus haut que la couronne, s'élargissant régulièrement vers le bas, avec fortes cannelures et sillon profond sur presque toute sa hauteur.

## Espèce :

*M. libyca* WEILER 1935, fig. 7. Cénomaniens inférieurs du Désert libyque. — Caractères du Genre.

3. Genre *Onchopristis* STROMER 1917.

Rostre et dents rostrales seuls connus. Dents rostrales longues, émaillées jusqu'à la base, courbées en arrière, comprimées et tranchantes aux deux bords vers la pointe seulement qui est barbelée. Socle bas à section ovale, à surface profondément cannelée.

## Espèce :

*O. numidus* HAUG 1905, fig. 3 et 5. Cénomaniens d'Égypte, Albien (?) du Djoua (Sahara). — Caractères du genre. Bord postérieur avec quelques rides longitudinales. Certaines dents sont doublement barbelées.

4. Genre *Ganopristis* ARAMBOURG 1935.

Fragments de tête et de rostres ; dents rostrales. Dents rostrales formées d'une couronne émaillée, allongée et pointue, comprimée et tranchante au moins au bord antérieur, portée directement par une base élevée en forme de socle à section ovale, à surface externe parfaitement lisse et seulement échancrée en arrière au bord radical.

## Espèces :

*G. Hiram* HAY 1903, Cénomaniens de Hadjoula (Liban). — Fragments de tête et de tronc. Rostres allongés 4 à 5 fois aussi longs que larges. Dents rostrales à couronne tranchante aux deux bords et fortement inclinée et recourbée en arrière. Le magnifique holotype figuré par HAY (1903, pl. XXVI, fig. 1), montre la structure typique des pectorales, des arcs branchiaux et de la tête.

*G. senta* HAY 1903, Cénomaniens de Hadjoula (Liban). — Fragments de rostre allongé, de proportions analogues à celles de *G. Hiram* muni sur une de ses faces de deux rangées de petits écussons pla-coïdes étoilés. Dents rostrales recourbées ressemblant à celles de *G. Hiram* ou de *S. Solomonis* mais avec un socle apparemment lisse.

*G. libanica* nov. sp. (pl. IV, fig. 1), Sénonien de Sahel-Alma (Liban). — Rostre allongé, de proportions analogues à celles des précédents. Dents rostrales droites, à couronne à peine plus haute que le socle, en forme de lame de scalpel tranchante à ses deux bords.

*G. leptodon* ARAMBOURG 1935 (fig. 8 et pl. IV, fig. 2, 2a, 3, 3a, 3b, 3c, 6). Maestrichtien du Maroc, Daniens du Sud Tunisien et de l'Aurès<sup>1</sup>. — Dents rostrales isolées. Mêmes caractères généraux que ceux de l'espèce précédente mais couronne plus allongée (2 fois environ plus haute que le socle) ; bord antérieur tranchant sur toute sa longueur ; bord postérieur tranchant dans sa moitié distale seule, la partie proximale étant arrondie et portant cinq ou six fines rides parallèles à l'axe.

1. Ces deux dernières indications sont nouvelles.

5. Genre *Onchosaurus* GERVAIS 1852.(Syn. : *Titanichthys*, *Gigantichthys* DAMES 1887.)

Dents rostrales seules connues. Caractérisées par leur couronne émaillée, triangulaire, comprimée, relativement réduite, supportée par un long pédoncule lui-même comprimé et dépourvu d'émail. Ce pédoncule s'évase dans sa partie proximale en un large socle à section sub-rectangulaire ou ovale dont la surface externe est sillonnée de profondes cannelures radiales plus ou moins nombreuses.

A. — Socle simplement concave, recouvert de très nombreuses cannelures : sous-genre *Onchsaurus* s. str.

## Espèces :

*O. radicalis* GERVAIS 1852. (Pl. III, fig. 1, 1a, 1b, 1c). Sénonien de Meudon et de Touraine (France). — Dents très comprimées, couronne réduite, à angles émoussés ou absents. Pédoncule long, très comprimé, étroit distalement avec bord postérieur convexe ; socle rapidement élargi, orné de nombreuses et fines cannelures radiales.

*O. pharao* DAMES 1887. (Fig. 4 et pl. III, fig. 6, 7, 7a, 7b, 8, 8a, 8b, 9, 9a, 9b), Sénonien d'Égypte, Cénomano-Turonien du Niger. — Pédoncule étroit distalement, dont le bord postérieur aplati est fortement creusé par un long sillon issu de la base élargie. Couronne relativement peu développée, anguleuse et parfois barbelée à ses deux extrémités proximales.

B. — Dents à pédoncule pyramidal, lisse, orné seulement de quelques gros plis dans sa partie distale. Base presque bifide, très fortement échancrée par deux sillons entaillant profondément les bords antérieur et postérieur du pédoncule :

Sous-genre : *Ischyrhiza* LEIDY 1856  
(= *Dalpiazia* CHECCHIA RISPOLI 1933.)

## Espèces :

*O. mirus* LEIDY 1856. Crétacé de New-Jersey. — Dents rostrales épaisses, à couronne peu comprimée. Socle massif, court, très fortement échancré à la base. Cannelures peu nombreuses et faiblement marquées. Type du sous-genre.

*O. antiquus* LEIDY 1856, Neuse River, North Caroline (Éocène ?). — Ces deux formes sont difficilement séparables. Nous donnons fig. 10 le dessin d'un spécimen d'*I. antiqua* de la Collection de Paléontologie du Muséum et pl. III, fig. 13, 13a, la photo du même échantillon.

*O. Stromeri* CHECCHIA RISPOLI sp. Fig. 9. — Je rapporte à ce même sous-genre le type de *Dalpiazia Stromeri* CHECCHIA RISPOLI 1933, du Maestrichtien de Tripolitaine qui se distingue surtout du fossile amé-

ricain par la forme plus comprimée de sa couronne et rappelle *O. pharao* par sa couronne et par sa base élargie et sillonnée.

*O. maroccanus* (Pl. III, fig. 2 à 5). — C'est aussi à ce même groupe que doit être rapporté *O. maroccanus* ARAMBOURG 1935, du Maestrichtien du Maroc et dont voici la diagnose. Couronne relativement grande, lancéolée, tranchante à ses deux bords, avec barbelures bien marquées et saillantes en avant et en arrière. Pédoncule comprimé s'élargissant graduellement en un socle élevé à section sub-rectangulaire, orné proximalelement d'un nombre relativement faible de grosses cannelures ; base profondément échancrée en avant et en arrière.

#### 6. Genre *Schizorhiza* WEILER 1930.

Dents rostrales seules connues. Couronne en forme de rhombe ou de triangle équilatéral, comprimée, à bords tranchants, supportée par un pédoncule deux fois aussi haut qu'elle, s'élargissant graduellement vers la base. Ce pédoncule est bifide jusqu'à la base de la couronne parallèlement au plan de symétrie de cette dernière ; la surface externe de ses deux moitiés porte une série de cannelures surtout marquées dans la partie proximale.

#### Espèces :

*S. Stromeri* WEILER 1930, Sénomien supérieur d'Égypte et de Nigéria. — Dents rostrales en forme de triangle équilatéral, parfois avec les 2 angles de la base prolongés en pointes saillantes recourbées. Ligne de séparation de la couronne émaillée et du pédoncule coïncidant à peu près avec la base du triangle. Couronne comprimée, à bords tranchants.

*S. Weileri* SERRA 1933, Maestrichtien de Tripolitaine. — Cette forme diffère de la précédente par sa couronne un peu plus épaisse, relativement plus haute, l'insertion du pédoncule sur la couronne correspondant à une ligne courbe située *au-dessous* de la base du triangle et convexe vers le bas.

Des dents rostrales de *Schizorhiza* abondent dans le Maestrichtien phosphaté du Maroc, ainsi que dans le Danien de l'Aurès et du Sud Tunisien ; mais elles paraissent appartenir à une forme probablement différente des deux premières quoique voisine de *S. Weileri* (fig. 6 et pl. III, fig. 10, 10a, 11, 11a, 11b, 12, 12a, 12b). Leur couronne est beaucoup plus comprimée, de forme franchement rhombique avec des angles de près de 90°, à bords nets et tranchants. La ligne de séparation de l'émail est droite, parallèle à la diagonale transversale de la couronne et correspond au niveau où le pédoncule est le plus étroit. Couche III des trois bassins phosphatés du Maroc. Environs de Metlaoui (Chaîne du Zerf). Aurès, Danien de l'Ahmar Khaddou (Irzar Imezouchen) <sup>1</sup>.

1. Ce sont des dents de cette dernière provenance que j'ai attribuées à *S. Stromeri* (LAFFITTE, 1939, p. 265).

7. Genre *Ctenopristis* nob.

(Fig. 11-12 et Pl. IV, fig. 4, 4a, 4b, 4c, 5, 5a, 5b, 7.)

Dents rostrales seules connues. Couronne laminaire, longue et étroite, très comprimée, tranchante aux deux bords, insérée très obliquement sur la racine. Bourrelet d'émail saillant à la base et formant une pointe en avant. Racine basse, comprimée, rugueuse dans sa moitié proximale, à section sub-rectangulaire; à base échancrée en arrière et à bord crénelé.

**Espèce :**

*C. Nougareti* nob., Maestrichtien des Bassins de Phosphates du Maroc. — Caractères du genre, seule espèce connue.

## CLEF DES GENRES

I. — Dents rostrales à couronne plus ou moins allongée et comprimée dorso-ventralement. Socle s'élargissant vers le bas et débordant largement la couronne.

1. Couronne allongée, directement portée par un socle élargi :

A. Socle cannelé.

a) couronne comprimée dorso-ventralement, à bords tranchants sur toute la longueur . . . . . *Sclerorhynchus*

b) couronne faiblement comprimée, munie d'une arête sur chacun de ses bords, légèrement recourbée vers le bas. *Marckgrafia*

c) couronne comprimée et tranchante à l'extrémité distale seule qui est barbelée :

*Onchopristis*

B. Socle lisse.

couronne très comprimée, tranchante aux deux bords. . . . . *Ganopristis*

2. Couronne courte, portée sur un long pédoncule sans émail, élargi à sa base.

A. Pédoncule indivis . . . . . *Onchosaurus*

a) Pédoncule fortement strié surtout vers la base, celle-ci simplement échancrée en arrière et en avant . . . . . *Onchosaurus s. str.*

b) Pédoncule lisse, pyramidal, ne portant que quelques plis vers la base ; celle-ci fortement entaillée par deux profonds sillons se prolongeant sur les faces antérieure et postérieure du socle. . . . *Ischyrrhiza*

B. Couronne triangulaire ou rhombique, plus ou moins comprimée ; pédoncule garni d'un petit nombre de cannelures et profondément bifide jusqu'à la limite de l'émail :

*Schizorhiza*

II. — Dents à couronne laminaire très oblique et munie d'un gros bourrelet d'émail à la base. Socle très court, à surface en partie lisse, en forme de parallélépipède, ne débordant point à la base de la couronne. *Ctenopristis*.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ARAMBOURG C. 1935. — Note préliminaire sur les Vertébrés fossiles des Phosphates du Maroc. *B. S. G. F.* (5), t. V, p. 413-440, 2 fig., pl. XIX et XX.
- CHECCHIA-RISPOLI G. 1933. — Di un nuovo genere di *Pristidae* del Cretaceo superiore della Tripolitania. *Mem. R. Acc. d'Italia. Cl. Sc. Fis., Mat. e Nat.*, Roma, vol. IV, Est. I, 6 p., 1 pl.
- DAMES W. 1883. — Ueber eine tertiäre Werbelthier fauna von der Westlichen Insel des Birket-el-Qurun im Fajum (Aegypten). *Sitz. der K. Preuss.-Akad. der Wiss. zu Berlin*, 1883, Bd VI, p. 129-153, 1 pl.
- 1887. — Ueber *Titanichthys pharao*, nov. gen., nov. sp., aus der Kreideformation Aegyptens. *Sitz. der Gesells. Naturf. Freunde*, Berlin, Nr. 5, p. 69-72, 4 fig.
- 1887. — *Gigantichthys für Titanichthys*. *Idem*, p. 137.
- DAVIS J. W. 1888. — On fossil Fish-remains from the Tertiary and Cretaceous-Tertiary formation of New-Zealand. *Scient. Trans. of the Royal Dublin Society*, Ser. II, Vol. IV, 48 p., 7 pl.
- GARMAN S. 1913. — The Plagistomia (Sharks, Skates and Rays). *Mem. of the Mus. of Comp. Zool. at Harvard College*. Cambridge, vol. XXXVI, 515 p., 77 pl.
- GERVAIS P. 1852. — Zoologie et Paléontologie françaises. Paris, 2 vol., 271 p., 80 pl.
- HAUG E. 1905. — Documents scientifiques de la Mission Saharienne Foureau-Lamy. Paléontologie. *Publ. de la Soc. Géogr.*, Paris, p. 751-832, fig. 207-208, pl. XII à XVII.
- HAY O. P. 1903. — On a collection of Upper Cretaceous Fishes from Mount Lebanon, Syria, with descriptions of four new Genera and nineteen new Species. *Bull. Amer. Museum of Nat. Hist.*, New-York, vol. XIX, art. 10, p. 395-452, pl. XXIV-XXXVII.

- JAEKEL O. 1890. — Ueber die systematische Stellung und fossile Reste der Gattung *Pristiophorus*, *Zeitsch. d. deutsch. geolog. Gesellsch. Berlin*, 34 p., 7 fig., 4 p<sup>l</sup>.
- LAFFITTE R. 1939. — Etude géologique de l'Aurès. *Bull. Carte Géol. Algérie*, Alger, 2<sup>e</sup> série, n° 15, p. 265.
- LEIDY J. 1856 a. — Notices of Remains of extinct Vertebrated Animals of New-Jersey collected by Prof. Cook. *Proceed. Acad. Natur. Sc.*, Philadelphia, vol. VIII, p. 220-221.
- J. 1856 b. — Notices of Remains of extinct Vertebrated Animals discovered by Professeur Emmons. *Idem*, p. 255-256.
- PRIEM F. 1908. — Etude des Poissons fossiles du Bassin Parisien. *Annales de Paléontologie*, Paris, 144 p., 74 fig., 5 pl.
- SERRA G. 1933. — Di una nuova specie di *Schizorhiza* del Maestrichtiano della Tripolitania. *Riv. Ital. di Paleont.*, Pavia, vol. XI, fasc. II-III, p. 103-107, 1 pl.
- STROMER E. 1905. — Die Fischreste des mittleren und oberen Eocäns von Aegypten. *Beitr. Paläont. Geolog. Osterr. Ung. Orient*, Wien und Leipzig, Bd XVIII, Heft 1-2, p. 37-58, 2 pl.
- 1917. — Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Aegyptens. — II : Wirbeltier-Reste der Baharije-Stufe (unterstes Cenoman). — 4 : Die Säge des Pristiden *Onchopristsis numidus* HAUG sp. und über die Sägen der Sägehaie. *Abhand. K. Bayer. Akad. der Wissensch., Math. Phys. Klasse*, München, Bd XXVIII, Abh. 8, 28 p., 1 pl.
- 1925. — Ergebnisse... — II : Wirbeltierreste... — 8 : Ein Skeletrest des Pristiden *Onchopristsis numidus* HAUG sp. *Idem*, Bd XXX, Abh. 6, p. 11-22, pl. 1, fig. 5 à 8.
- WEILER W. 1930. — Ergebnisse... — VI : Beschreibung von Wirbeltier-Resten aus dem nubischen Sandsteine Oberägyptens und aus ägyptischen Phosphaten... *Idem*, Neue Folge, 7, 42 p., 4 pl.
- 1935. — Ergebnisse... — II : Wirbeltiere Reste... — 16 : Neue Untersuchungen aus den Fischresten. *Idem*, Neue Folge, Heft 32, 57 p., 6 fig., pl. I-III.
- WHITE E. I. 1934. — Fossil Fishes of Sokoto Province. *Bull. Geol. Surv. of Nigeria*, n° 14, 78 p., 15 fig., 10 pl.
- WOODWARD A. S. 1889. — Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum. Part. I, p. 76.
- 1901. — Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum. Part. IV, p. 45.
- 1889. — *Sclerorhynchus atavus*. Remarks. *Proceed. Zoolog. Soc.*, London, p. 449-451, 1 fig.
- 1892. — Description of the Cretaceous Saw-Fish *Sclerorhynchus atavus*. *Geolog. Magaz.*, London, Decade III, vol. IX, n° 342, p. 529-534, 1 fig.



## LÉGENDE DES PLANCHES III ET IV

## PLANCHE III.

- FIG. 1. — *Onchosaurus radicalis* GERVAIS. — Dent rostrale provenant du Sénonien de Chemillé (Touraine). 1, face dorsale ou ventrale ; 1a face postérieure ; 1b, face antérieure ; 1c, face proximale. — Grandeur naturelle.
- FIG. 2 à 5. — *Onchosaurus maroccanus* ARAMBOURG. — Dents rostrales fragmentaires provenant du Maestrichtien d'Imin' Tanout (Maroc). — Grandeur naturelle.
- FIG. 6 à 9. — *Onchosaurus pharao* DAMES. — Dents rostrales provenant du Cénomano-Turonien du Niger, 6, face dorsale ou ventrale, d'individu adulte ; 7, 8, 9, faces dorsales ou ventrales, d'individus jeunes ; 7a, 8a, 9a, faces postérieures ; 7b, 8b, 9b, faces proximales. — Grandeur naturelle.
- FIG. 10 à 12. — *Schizorhiza* aff. *Weileri* SERRA. — Dents rostrales provenant du Maestrichtien de l'Oued Oussen et de Koudiat Abbou (Maroc). 10, 11, 12, faces dorsales ou ventrales  $\times 2$  ; 10a, 11a, 12a, les mêmes, grandeur naturelle ; 11b, 12b, faces postérieures  $\times 2$ .
- FIG. 13. — *Ischyrrhiza antiqua* LEIDY 1856. — Dent rostrale provenant du Crétacé supérieur (?) de l'Amérique du Nord. 13, face dorsale ; 13a, face postérieure.

## PLANCHE IV.

- FIG. 1. — *Ganopristis libanica* nob. — Fragment de rostre provenant du Sénonien de Sahel Alma (Liban). —  $\times 2$ .
- FIG. 2 et 3. — *Ganopristis leptodon* ARAMBOURG. — Dents rostrales provenant du Maestrichtien de Ksibet-el-Draben et de Sebt Touil (Maroc). 2, 3, faces dorsales ou ventrales ; 2a, 3a, faces antérieures ; 3b, face postérieure, 3c, face proximale. — Grandeur naturelle.
- FIG. 4 et 5. — *Ctenopristis Nougareti* nob. — Dents rostrales provenant du Maestrichtien de Koudiat Abbou et Ksibet-el-Draben (Maroc). 4, 5, faces dorsales ou ventrales ; 4a, 5a, faces postérieures ; 4b, 5b, faces antérieures ; 4c face proximale. —  $\times 2$ .
- FIG. 6. — *Ganopristis leptodon* ARAMBOURG. — Section transversale de la couronne d'une dent rostrale dans sa moitié proximale. —  $\times 10$ .
- FIG. 7. — *Ctenopristis Nougareti* nob. — Section transversale de la couronne d'une dent rostrale dans sa partie moyenne. —  $\times 20$ .

*VERGNESIA MORELLETI*, NOV. GEN., NOV. SP.  
NÉRITIDÉ DE L'ÉOCÈNE MOYEN DU BASSIN DE PARIS.

PAR Geneviève Delpy<sup>1</sup>.

M. L. de Vergnes a eu l'amabilité de me confier l'étude d'une curieuse coquille de Gastéropode (fig. 1, 2, 3) recueillie par lui dans le gisement de Quonian, situé sur la route de Cresnes. Ce gisement, dont l'âge est Bartonien supérieur (Sables de Cresnes), d'après l'ensemble de la faune déterminée par L. et J. Morellet, a fourni à M. de Vergnes de nombreux fossiles parmi lesquels, en ce qui concerne les Gastéropodes, des formes marines et des espèces d'eau douce, souvent roulées, indiquent un faciès marin avec apports fluviatiles.

La spire n'offre pas plus d'un tour, orné extérieurement de filets

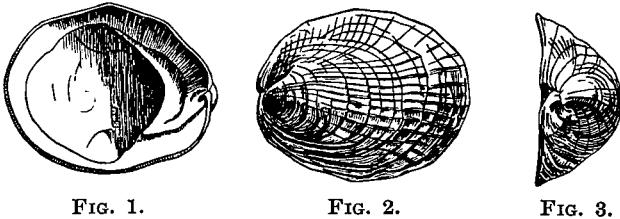


FIG. 1.

FIG. 2.

FIG. 3.

FIG. 1, 2, 3. — *Vergnesia Morelleti* nov. gen., nov. sp.

1, vue de l'ouverture ; 2, vue dorsale ;

3, vue de la spire et du confluent des gouttières.

longitudinaux et de lamelles d'accroissement. Ses dimensions sont : hauteur 23 mm ; diamètre 28,5 mm.

Par sa symétrie bilatérale apparente, cette espèce capuliforme se rapporte soit à la famille des *Capulidae*, soit à celle des *Neritidae*, car elle possède un septum interne pouvant être comparé aussi bien à celui de *Crepidula* qu'à celui de *Septaria*. Bien que très enfoncé dans la coquille, ce septum ne paraît pas implanté dans le fond de celle-ci, sans rapport avec la spire comme chez le Capulidé *Crepidula* (fig. 4) ; sa position semble, au contraire, columellaire, faisant partie de la spire, à la manière de tous les Néritidés.

La symétrie bilatérale apparente qui est à peu près de règle pour les *Capulidae* est aussi très répandue chez les *Neritidae* : le genre mésozoïque *Pileolus*, les genres tertiaires *Velates* et *Tomostoma*, le genre actuel *Septaria* en sont autant d'exemples. Mais la symétrie

1. Note présentée à la séance du 3 juin 1940.

des *Neritidae* est secondaire puisque les plus anciens types ont une spire, courte et avec ses premiers tours résorbés, il est vrai.

*Pileolus* (fig. 5), *Velates* (fig. 6) et *Tomostoma* acquièrent le type capuliforme, non seulement par disparition totale de la spire,

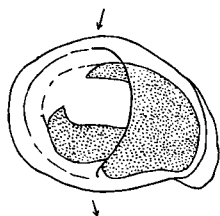


FIG. 4.

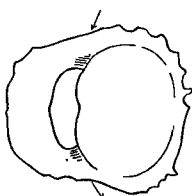
Schéma de *Crepidula*.

FIG. 5.

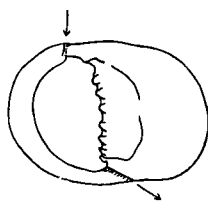
Schéma de *Pileolus*.

FIG. 6.

Schéma de *Velates*.

Les flèches indiquent le sens du courant d'eau.

mais encore par étalement et hypertrophie du septum : les légères gouttières qui marquent respectivement, aux jonctions labio-columellaire et pariéto-labiale, l'entrée et la sortie du courant d'irrigation de la branchie, continuent à être placées à la limite de l'ouverture et du septum comme chez les Gastéropodes à spire saillante.

Dans *Septaria* (fig. 7), la symétrie bilatérale est obtenue par étalement du bord supérieur et du bord inférieur du labre au delà du bord du septum ; ainsi en atteste la position des gouttières, parallèle au plan de symétrie, aboutissant donc de part et d'autre de ce qui reste de la spire.

*Vergnesia* (fig. 8) présente un étalement des deux bords du labre beaucoup plus accentué : ceux-ci parviennent presque à

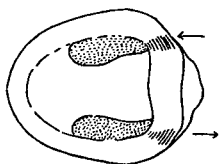


FIG. 7.

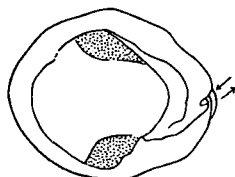
Schéma de *Septaria* montrant la position des deux gouttières.

FIG. 8.

Schéma de *Vergnesia* et de ses gouttières confluentes.

Les flèches indiquent le sens du courant d'eau.

se rejoindre sur le plan de symétrie. Les gouttières sont ici beaucoup plus marquées que chez n'importe lequel des Néritidés connus jusqu'ici : elles forment de véritables sillons. Leurs points d'abou-

tissement, voisins du plan de symétrie, sont deux petites échancrures, séparées l'une de l'autre par un pli septal (équivalent du pli pariétal des Gastéropodes à spire saillante). Remarquons que l'échancrure labio-columellaire (siphonale si l'on veut) est beaucoup plus profonde que l'autre.

Pour compléter la description topographique de cet échantillon, je signale l'empreinte musculaire en fer à cheval, comparable à celle de tous les Gastéropodes capuliformes, à quelque famille qu'ils appartiennent.

### Physiologie de *Vergnesia Morelleti*.

Si l'on se souvient que les deux gouttières des *Neritidae* correspondent à l'entrée et à la sortie du courant d'eau qui irrigue la branchie comme celles des autres Gastéropodes à spire saillante ou capuliforme, il faut en conclure que, chez *Vergnesia*, ces deux mouvements contraires se produisaient presque au même point, séparés seulement par le pli pariétal.

D'autres Gastéropodes ont un point unique de communication entre la cavité palléale et l'extérieur : ce sont les Pulmonés, principales formes terrestres et d'eau douce, chez lesquels ce point prend le nom de pneumostome. Celui-ci laisse rarement des traces sur la coquille. Jamais, d'habitude, il n'échancre le péristome. Chez les *Siphonariidae* patelliformes, sa présence interrompt l'empreinte musculaire en fer à cheval. En général, le pneumostome occupe une position voisine de celle de la gouttière pariéto-labiale des Gastéropodes à respiration monobranchie. Or, chez *Vergnesia*, la gouttière pariéto-labiale est justement de beaucoup la plus profonde.

Si maintenant nous étudions l'organisation respiratoire des *Neritidae*, il faut y remarquer, comme chez les Littorines et autres Gastéropodes marins pouvant vivre hors de l'eau que la présence d'une branchie de monobranchie s'accompagne généralement de la vascularisation de la paroi de la cavité palléale. Autrement dit, il y a un poumon et certains auteurs appellent même « dipneustes » de tels Gastéropodes.

L'habitat de *Vergnesia* n'est pas tout à fait déterminable par la faune qui l'accompagne, puisque celle-ci se compose de genres marins et de genres d'eau douce. Mais, si l'on cherche quels genres de *Neritidae* s'en rapprochent le plus, ce sont les *Neritina* et leurs voisins *Velates* et *Septaria*, genres saumâtres et d'eau douce.

Possédant un organe rappelant un pneumostome, se rapportant à une famille qui présente fréquemment des différenciations pulmonaires dans des types saumâtres ou d'eau douce, il n'y aurait rien d'étonnant que *Vergnesia* soit une forme amphibie à respiration pulmonée.

Revenant à la question du pneumostome, on sait qu'il existe chez des Pulmonés dérivant directement de certains Prosobranches :

*Paludinidae*, *Ampullariidae*, *Cyclostomidae*, *Helicinidae*, etc... Il occupe généralement une position pariéto-labiale et, comme il n'y a pas de différenciation siphonale, l'ouverture est holostome. Si donc *Vergnesia* est bien un pulmoné, c'est une forme tout à fait aberrante. Verparce que l'ouverture n'est pas holostome et que le pneumostome est subdivisé en deux parties par le pli pariétal. Alors que les pulmonés normaux aspirent et rejettent alternativement l'eau par le pneumostome, il y avait, chez *Vergnesia*, un courant d'entrée puisque l'échancrure siphonale est la plus forte, et un courant de sortie. Ce fait peut être rapproché cependant de la disposition du pneumostome de *Siphonaria* qu'une languette palléale molle peut diviser à volonté en deux ouvertures.

Il est toujours intéressant d'essayer d'imaginer comment un appareil physiologique s'appliquant à une fonction donnée peut se substituer à un appareil de structure différente sans provoquer de troubles vitaux. Entre un type respiratoire monobranché et un type pulmoné, les intermédiaires zoologiques sont fréquents, sans qu'il y ait de modification pour la coquille. En particulier, les *Neritidae*, à peu près amphibies, possèdent une paroi palléale abondamment vascularisée en même temps qu'une branchie encore fonctionnelle. Si l'hypothèse que j'ai formulée à propos de *Vergnesia* est exacte, on peut concevoir le passage d'une respiration à deux ouvertures (monobranché) à une respiration à une ouverture (pulmonée) par addition de la gouttière pariéto-labiale à la gouttière siphonale; d'ailleurs, la somme des fonctions de ces gouttières est équivalente à celle du pneumostome.

En se rapportant à une physiologie encore inconnue, mais que l'on devait imaginer pour comprendre le passage des Gastéropodes marins à respiration monobranché aux Gastéropodes d'eau douce à respiration pulmonée, le nouveau genre *Vergnesia*, bien que certainement aberrant, paraît représenter un jalon important de la paléontologie de ces Mollusques.

---

# RECHERCHES SUR LE CONTACT ENTRE LA BERBÉRIE ET LE SAHARA

PAR **P. Russo** <sup>1</sup>.

Le contact entre le bord septentrional de l'Afrique proprement dite et le bord méridional de la Berbérie offre certains caractères d'ensemble actuellement décelables qui n'apparaissent pas dans les études publiées jusqu'à ce jour. Le présent travail se propose de mettre en lumière mes observations personnelles sur ces caractères et les coordinations que j'ai cru pouvoir établir entre celles de divers auteurs, pour définir la nature et le rôle géotectonique des Grands Accidents Sud-Atlasien et Sud-Aurasien.

On peut, pour plus de brièveté, grouper ces deux accidents sous le nom collectif de Grand Accident Nord-Saharien. De cet ensemble, j'ai décrit la partie occidentale marocaine, dont l'étude détaillée a depuis été reprise par E. Roch. Laffitte en a décrit la partie orientale algéro-tunisienne et j'ai indiqué les caractères généraux de sa partie centrale algérienne antérieurement étudiée notamment par G.-B.-M. Flamand surtout en Oranie et par J. Savornin dans la région située à l'Ouest du Hodna.

Les rapports entre le Grand Accident Nord-Saharien et les pays de l'Atlas et de l'Aurès sont actuellement bien connus. Ceux entre cet accident et le Socle saharien le sont moins. Ce sont ces rapports qui vont être recherchés ici.

## I. OPPOSITIONS ENTRE LES RÉGIONS SITUÉES AU NORD ET AU SUD DU GRAND ACCIDENT NORD-SAHARIEN.

### A. Oppositions morphologiques et altimétriques

Il y a peu à dire sur ces oppositions que tout le monde connaît et qui apparaissent nettement sur les coupes jumelées ci-jointes (fig. 2). Altitudes moyennes constamment plus élevées dans l'Atlas et l'Aurès que dans le Sahara, vastes plaines dans l'E et le centre de celui-ci et région montagneuse dans l'W, alors que le pays situé au N de l'Accident Nord-Atlasien est tout entier montagneux, sauf dans quelques dépressions localisées. Les altitudes, dans ce pays, dépassent en de nombreux points 2.500 m

1. Note présentée à la séance du 22 avril 1940.



et vont jusqu'à 4.000 m alors que, dans le pays saharien, elles demeurent en général inférieures à 1.000 m et atteignent seulement, en quelques points de l'Ouest, des cotes de l'ordre de 2.500 m.

### B. Oppositions stratigraphiques

Dans l'ensemble, il est vrai aussi bien au N qu'au S de l'Accident Nord-Saharien, que les terrains sont de plus en plus jeunes à mesure qu'on avance vers l'E (Laffitte). Mais l'étendue des affleurements de terrains antérieurs au Trias est beaucoup plus grande au S qu'au N de cet accident. Le Trias est, au N, en place dans l'W, diapyr partout ailleurs, alors qu'au S il est inconnu dans l'W et en place à l'extrême E (Sud-Est Tunisien).

Les mers jurassiques qui ont couvert à peu près tout le N, n'ont jamais franchi, vers le S, la région actuellement occupée par l'Accident Nord-Saharien, si ce n'est dans le S-E Tunisien (région de Médenine Tatahouine). Les mers crétacées, au contraire, ont couvert indifféremment les deux zones, sauf, semble-t-il, le Haut Atlas, l'Anti Atlas-Sagho et leurs abords.

Les mers éocènes ont un peu dépassé vers le S le Grand Accident Nord-Saharien dans les abords de l'Imini et dans la région allant de Brezina au Djerid. Après l'Éocène nous ne rencontrons plus, dans le Sahara et aux abords de l'Accident Nord-Saharien, que des dépôts continentaux.

### C. Oppositions tectoniques

Au N de l'Accident, on voit, sur un socle ancien intéressé par les mouvements hercyniens et antérieurs, les terrains plus jeunes plissés suivant une orientation en général E-W ou ENE-WSW. Au S, il n'y a pas de plissements, mais de grandes inflexions qui

#### LÉGENDE DE LA FIG. 1.

- |  |   |
|--|---|
| 1. Terrains postérieurs à l'Oligo-miocène continental.                 | 13. Tracé général de l'accident sud atlasien et de l'accident aurasien. |
| 2. Oligo-miocène continental.  | 14. Axes des virgations atlasienne et aurasienne.                       |
| 3. Nummulitique.   | 15. Axe de la série des diapys du seuil de Biskra.                      |
| 4. Crétacé.  | 16. Dépressions fermées principales des zones d'épandage des oueds.     |
| 5. Jurassique.   | 17. Oueds.  |
| 6. Trias et venues éruptives triasiques et liasiques.                  | 18. Vallées ensablées.  |
| 7. Carbonifère.  | 19. Limite entre Oligo-miocène et terrains plus récents.                |
| 8. Dévonien.   | 20. Altitudes des points remarquables au S du Grand Accident.           |
| 9. Ordovicien.   |   |
| 10. Primaire antéordovicien.   |   |
| 11. Primaire indéterminé.  |   |
| 12. Roches cristallines des massifs primaires (anciennes ou récentes). |   |



dessinent à l'Ouest un vousoir ancien, sur le flanc oriental duquel s'appuie le flanc occidental d'une dépression synclinale dont l'axe correspond sensiblement au tracé N-S de l'Igharghar et dont le flanc oriental se relève lentement vers la Tunisie. Ce mouvement est orienté de façon sensiblement perpendiculaire à celle des plissements du N.

Ceux-ci sont intenses, aigus, avec présence fréquente d'éléments diapys. Le large bombement du S a le caractère d'un dôme occidental (Anti Atlas-Sagho — Monts de la Zousfana) suivi dans l'E de la cuvette synclinale du Bas Sahara. Le passage de l'un à l'autre se fait par le Haut Sahara. La cuvette synclinale appuie ses flancs sur le Haut Atlas à l'W, le Tadmait au SW, le plateau de Tinghert au S, la Hamada El Hamra au SE, le môle tuniso-tripolitain à l'E, alors que le dôme de l'Anti Atlas laisse descendre ses flancs sous le Sous et la dépression du Dadès-Todra au N, le Haut Sahara à l'E, la dépression des plateaux du Draa au S. En somme, on ne voit là qu'une vaste ondulation allant de l'Atlantique à la Méditerranée avec une zone de maximum dans l'W et une zone de minimum dans l'E, ondulation qui se manifestait déjà lors de la transgression crétacée et ne semble pas avoir subi ultérieurement de changement autre qu'une accentuation.

## II. SIGNIFICATION DE CES OPPOSITIONS.

a) *Les oppositions morphologiques et altimétriques* entre le pays situé au N et celui situé au S de l'Accident Nord-Saharien nous renseignent seulement sur les relations actuelles entre ces deux régions.

b) *Les oppositions stratigraphiques* nous montrent que le pays situé au N, ayant été envahi par les mers jurassiques alors que celui du S ne les a pas connues, sauf dans l'extrême E, le Sahara était, à cette époque, altimétriquement plus élevé que le pays du N, sauf en Tunisie méridionale. La zone septentrionale jouait le rôle de synclinal ou de zone de subsidence. L'état des terrains dans cette région, où ne se montre aucun dépôt de grands fonds, fait admettre de préférence qu'il s'agissait là d'une zone de subsidence. Les positions altimétriques relatives du N et du S étaient alors inverses de ce qu'elles sont de nos jours. L'examen des faunes et des types lithologiques montre toutefois que, dès cette époque, quelques plissements s'ébauchent en Berbérie.

Les dépôts crétacés s'étendent largement au N comme au S, mais les mers de cette époque ont laissé dans l'W une portion très minime au N, plus vaste au S, de terres exondées, montrant qu'au moment où les mers de cette époque ont couvert le pays, les deux régions N et S étaient sensiblement au même niveau,

mais que, dans l'W, une partie du pays demeurait élevée et plus étendue au S qu'au N.

Après le Crétacé, nous rencontrons des dépôts éocènes dans le N et dans le S. Dans le N, ils se trouvent à l'E et à l'W de la Berbérie, dans le S on les trouve aussi à l'E et à l'W, mais seulement aux abords immédiats de l'Accident Nord-Saharien vers l'Imini et à l'E de Brézina. Dès cette époque, une exondation se produisait dans le N, en cette région centrale, et le Sahara était entièrement exondé, sauf en deux régions assez limitées de son extrême bordure : l'Imini et le pays allant de l'Est de Brézina au seuil de Gabès. A la fin du Crétacé et au début de l'Éocène, les régions situées immédiatement au N de l'Accident sont en grande partie exondées comme celles du Sahara et des plissements importants commencent à s'y manifester. Au Miocène, tout au N de la Berbérie, les mers de cette époque déposent leurs sédiments et à la fin du Burdigalien les plissements de la région N s'accroissent et se poursuivent encore après le Vindobonien, alors que nul mouvement important ne se manifeste dans la région S.

En somme :

1° Dans le S, le Sahara, d'abord plus élevé que le N, le demeure encore tout entier aux temps jurassiques. Puis, aux temps crétacés, il subit un abaissement relatif dans le centre et l'Est. A l'Éocène, le centre se relève, et, au voisinage même de l'Accident, certains points de l'W et une étendue plus grande dans l'E s'abaissent. Un relèvement général se produit ensuite et, à partir du Miocène, on ne constate plus, dans le Sahara, aucun mouvement stratigraphiquement décelable.

2° Dans le N, le pays d'abord plus bas que le Sahara aux temps jurassiques le demeure aux temps crétacés. Un peu avant l'Éocène commence un relèvement relatif de la région centrale. Ce relèvement s'accroît aux époques subséquentes et amène d'abord l'exondation de toute la région, puis une élévation de tout le pays situé au N de l'Accident, au-dessus du niveau du Sahara.

c) *Les oppositions tectoniques* indiquent les conditions suivantes. Pour le S, nous avons d'abord une situation haute dans tout le pays. Une flexion se manifeste après le Jurassique, abaissant aux temps crétacés tout le pays. Puis la flexion générale prend la forme d'une double incurvation avec bombement positif dans l'W et dépression dans le centre et l'E. La flexion s'accroît encore et, à l'Éocène, une légère dépression se marque vers l'W (zone de l'Imini) pendant que la dépression orientale se creuse plus fortement en son centre (zone de l'Igharghar).

Enfin, postérieurement, le relèvement de l'W se marque fortement et la dépression orientale voit son bord oriental se relever légèrement par enfoncement encore plus marqué de son centre.

Il n'y a là qu'une tectonique de grands mouvements, aucun plissement ne se manifeste.

Pour le N, au contraire, la zone de subsidence qui bordait le futur emplacement de l'Accident Nord-Saharien se plisse dès le Jurassique en de nombreux points, les plissements s'accroissent après le Crétacé et l'Éocène et atteignent un maximum après le Miocène. Une vaste virgation occidentale se développe de l'Atlantique au seuil de Biskra (Accident Sud-Atlasien), une autre, plus aiguë, de ce seuil au cap Bon (Accident Aurasien, dont seule nous occupons, ici, la partie Sud-Aurasienne). Des plis, que l'on peut considérer comme plis de couverture ou comme plis dysharmoniques, se manifestent dans tout le pays du N à la surface du socle ancien sous-jacent. Et non seulement ces plis surélèvent les terrains de couverture, mais le socle ancien lui-même est intéressé puisque, partout où il apparaît, il se montre, de nos jours, plus élevé que les terrains de même âge ou plus récents du Sahara (plaine du Tamlelt, Massif Central du Haut Atlas). Outre les plis, de nombreuses fractures parallèles à ces plis (c'est-à-dire à orientation plus ou moins proche de la direction E-W) se manifestent tout le long de l'Accident. On voit, par places (comme l'a montré Roch pour la « série glissée » du SW du Jebel Aklim), des chevauchements vers le S. Dans le centre et dans l'Est, des diapirs se montrent, surtout nombreux dans la région tout orientale, au contact de la branche méditerranéenne de la virgation aurasienne. Il y a en somme, dans le N, des signes de constriction très marquée de sens méridien. Mais cette constriction se fait aussi sentir immédiatement au S du Grand Accident, des chaînons crétacés ondulés s'y rencontrent, contre-coup de poussées plus septentrionales et débordant sur le territoire saharien.

Dans l'ensemble :

Au N, pays progressivement plissé en sens parallélique de façon intense, se surélevant progressivement au cours des âges par rapport au pays du S.

Au S, incurvations très peu intenses et à très grand rayon, orthogonales aux précédentes.

### III. ESSAI D'INTERPRÉTATION.

Le pays situé au S de l'Accident Nord-Saharien se présente comme une masse figée, bordure du môle saharien, et qui n'a subi d'autres vicissitudes que des relèvements ou abaissements en masse avec quelques ondulations lui ayant donné une forme doublement incurvée dessinant, pourrait-on dire, une demi-onde positive à l'W, une demi-onde négative à l'E, l'ondulation totale ayant un peu plus de 2.000 km de longueur d'E en W.

Le pays situé au N de cet accident offre de nombreux plis étroits n'ayant parfois pas plus d'un ou deux kilomètres de largeur et disposés de façon sensiblement orthogonale par rapport à l'ondulation saharienne.

Ce fait semble se rattacher sans conteste à l'encadrement de la Berbérie par la masse figée du Sahara au S et une autre masse figée au N. Quels que soient les modes de production des plissements que l'on voudra admettre, il apparaît que ceux de la Berbérie sont nécessairement dus à une insuffisance de la place impartie aux terrains, soit qu'ils se trouvent serrés entre deux masses rigides se rapprochant l'une de l'autre par mobilisme ou autrement, soit que, soumis à des actions de foisonnement (hypothèse du métamorphisme générateur de plissement de R. Perrin), ils n'aient pu s'étaler sans se plisser.

Le plissement des terrains du N a donc provoqué un relèvement de l'altitude moyenne de ces terrains et leur passage d'une position basse à une position haute par rapport au Sahara. Ce ne sont donc pas seulement les terrains de couverture qui ont été intéressés, mais aussi les terrains du socle sous-jacent, comme le montrent les positions des terrains anciens dans les trois grands plis de fond qui courent parallèlement au bord saharien dans toute la Berbérie (sauf dans la région aurasiennne). Or, alors que, dans leur ensemble, ces plis de fond offrent un regard septentrional, il y a, dans le plus méridional de ces plis (Aire du Haut Atlas), inclinaison sensiblement égale des deux flancs. Parfois même, comme dans la partie marocaine de ce pli méridional, on voit sur d'assez grandes étendues se manifester un regard S. On le voit notamment dans la région située à l'Est du méridien de Marrakech et étudiée par Roch, je l'ai constaté moi-même dans le Figuig et dans la Bordière des Hauts Plateaux, Savornin l'a montré au S du Hodna. De plus, comme l'a fait voir Laffitte, l'état actuel de l'Accident Sud-Atlasien est très récent et si les plissements qui ont donné naissance à l'Atlas ont commencé dans la période pyrénéenne, il y a eu des reprises postérieures qui ont provoqué des fractures dans ce matériel plissé et déjà figé. Ces reprises se manifestent tout le long de l'Accident Sud-Atlasien et ont, en divers autres points, donné à la région qui nous intéresse sa physionomie actuelle. On voit par exemple, dans l'Est de Marrakech, l'Atlas encadré entre les deux Accidents Nord et Sud-Atlasiens qu'avait déjà notés Gentil et qu'a décrits en détail Ed. Roch.

Le pays situé immédiatement au N de l'Accident Nord-Saharien s'est trouvé alors non seulement porté plus haut que le Sahara, tout comme les régions plus septentrionales, mais il a subi pour son propre compte un relèvement particulier et un refoulement qui, tout récemment, l'a porté plus haut encore, l'amenant, dans son ensemble, à offrir un flanc relativement abrupt à regard S. Vers le Figuig, on connaît depuis longtemps (Ficheur) les plis

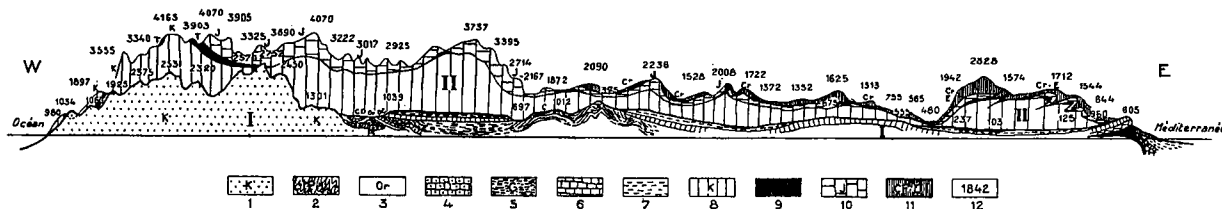


FIG. 2. — Coupes schématiques 'E W de la région située en bordure N (Berberie) et de celle située en bordure S (Sahara) de l'Accident Nord saharien.

Sahara. Coupe bordée par un trait fort et marquée : I.

1. Socle ancien.
2. Primaire indéterminé.
3. Ordovicien.
4. Dévonien.
5. Carbonifère.
6. Crétacé.
7. Terrains post-crétacés.

Berberie. Coupe bordée par un trait fin et marquée : II.

8. Socle ancien.
9. Trias (ce même symbole figure aussi le Trias de l'extrémité orientale du Sahara).
10. Jurassique (ce même symbole figure aussi le Jurassique de l'extrémité orientale du Sahara).
11. Terrains post-jurassiques.
12. Cotes altimétriques des points importants des coupes.

déversés vers le S des jebels Youcef, Zenaga et Mélias que j'ai décrits naguère. Toute la région voisine du Figuig et du Tamlett présente des accidents à regard S. Rappelons aussi la zone glissée vers le S signalée par Roch aux abords du Jebel Aklim.

Dans la région aurasiennne, Laffitte a montré également toute une série d'accidents à regard méridional depuis le seuil de Biskra jusqu'à celui de Gafsa.

L'Accident Nord-Saharien apparaît alors comme une région offrant une tendance à déversement sur le Sahara des pays situés au N de cet accident.

Dans la région orientale, on voit, sur la branche E, méditerranéenne, de la virgation de l'Accident Aurasienn, apparaître de nombreux diapys, manifestant une tendance au déversement vers le Sahel Tunisien en direction SE et, sur la branche méridionale, saharienne, le même fait se manifeste avec, aussi, poussée vers le SE. J'ai antérieurement montré que l'axe de la virgation aurasiennne est orienté NE-SW, c'est donc dans le sens de marche de la virgation que se fait le déversement, de la même façon que cela se produit dans l'Accident Sud-Atlasien où le sens de marche est NNW-SSE et où le déversement se fait vers le SSE.

Que ce soit par marche du Mole saharienn vers la Méditerranée ou par d'autres causes, il y a donc eu, d'une part, serrage entre les blocs rigides des Kabylies et le Sahara dans l'E, entre le bloc rigide rifain et le Sahara dans l'Ouest, donnant les deux virgations qu'accompagne l'Accident Nord-Saharien avec plissement de fond des terrains du socle situés entre ces deux groupes de masses rigides, d'autre part reprise récente du plus méridional de ces plis de fond, avec tout le long de l'Accident tendance au déversement sur le Sahara.

La forme synclinale du Bas Sahara devient alors explicable par le fait que l'ensemble du Sahara étant bien plus rapproché des masses qui lui sont opposées vers l'E (Massifs Kabyles) que de celles qui lui sont opposées vers l'W (Massif Rifain), une plus grande résistance aux pressions latérales s'est rencontrée vers l'E (Bas Sahara) du fait de l'importance plus grande en cette région des matériaux de couverture et du tonnage plus grand, par unité de longueur, des terrains du socle interposés entre les masses antagonistes. Le Bas Sahara a donc été obligé à une inflexion vers le bas dans la région de l'Igharghar et des Chotts tunisiens, formant comme une sorte de cuiller pour supporter la masse qui, par réaction, tendait à se renverser sur lui.

#### CONCLUSIONS.

Les conditions de la production du Grand Accident Nord-Saharien formé de la réunion des Accidents Sud-Atlasien et Sud-Aurasienn paraissent pouvoir, à la lumière des faits énoncés, se résumer ainsi.

Après la période antétriasique, dont l'absence de terrains affleurants d'âge ancien dans tout le centre et l'E, ne nous permet de rien dire, nous voyons au Trias des dépôts lagunaires et des venues éruptives se manifester dans des conditions à peu près comparables entre elles dans tout le pays situé au N de l'Accident. Par contre, on ne connaît pas de dépôts de cet âge au Sahara sauf dans l'E. A ce moment, le Sahara était donc, dans son ensemble, plus haut que la Berbérie. De plus, Sahara et Berbérie étaient tous deux inclinés de l'W vers l'E. Les mêmes conditions persistent durant le Jurassique. Au Crétacé, tout le N de l'Afrique s'abaisse, mais le Sahara demeure altimétriquement plus élevé que la Berbérie, puisqu'on ne voit dans le premier que des dépôts de mers très peu profondes ou de littoral et qu'on rencontre dans la seconde des dépôts de mers plus profondes. Au Nummulitique, commence à se manifester une inversion des rapports altimétriques entre Sahara et Berbérie. Le Sahara demeure d'abord relativement le plus élevé des deux, mais la partie centrale de la Berbérie commence à subir un bombement. Nous ne pouvons savoir quelle est, à ce moment, la valeur de ce relèvement, mais la partie centrale du pays est certainement exondée et seules ses parties orientales et occidentales sont sous les eaux. A ce même moment, on doit remarquer une légère invasion de la mer sur le Sahara dans l'Imini et dans la région orientale vers Biskra et l'Aurès. Cette invasion nous indique un abaissement absolu du Sahara en ces points, bien qu'il demeure toujours, dans l'ensemble, plus haut à l'W qu'à l'E. A la fin du Nummulitique, des phénomènes de compression intense se manifestent en Berbérie, qui relèvent ce pays tout entier, sauf dans son extrême N, et donnent naissance aux grands plis de fond à direction subparallélique. A ce moment, la Berbérie se met à surplomber dans toute son étendue le Sahara et, suivant la ligne où se fait ce changement de rapport altimétrique, s'amorce ainsi l'Accident Nord-Saharien. Durant les temps éocènes et postérieurement à eux, les phénomènes de compression s'accroissent, la Berbérie s'élève de plus en plus et le bord N du Sahara se glisse partiellement sous elle, de telle sorte qu'en certains points des Accidents Sud-Atlasien et Sud-Aurasien, on voit apparaître des tendances au chevauchement vers le S et le SE et se produire des diapys multiples surtout au voisinage des axes des deux virgations. Ultérieurement, des fractures complètent l'expression des deux mouvements corrélatifs d'élévation de la Berbérie et d'abaissement du Sahara.

A la question : *qu'est le Grand Accident Nord-Saharien ?* on peut donc répondre qu'il est *la limite demeurée permanente depuis le début du Jurassique, entre le môle africain et la Berbérie et l'expression des changements de position relative qu'ont présentés au cours des âges ces deux compartiments de l'écorce terrestre.* Certains auteurs se sont demandé où il fallait limiter au N le Socle africain. Les faits que

L'on vient d'énoncer donnent réponse nette à cette question. Le socle africain est limité par l'Accident Nord-Saharien, on peut ajouter que la Berbérie est une région méditerranéenne incluse entre le Sahara et les môles résistants du Rif et des Kabylies dont la position dans le cadre alpino-dinorique n'est pas encore exactement fixée.

Il convient de remarquer, en terminant, que le pays situé à l'Est de la virgation aurasiennne (Sahel Tunisien) et des monts des Troglodites, ainsi qu'au N du jebel Néfousa (Jeffara et plaine tripolitaine) est distinct à la fois de la Berbérie plissée et du Sahara ondulé. Les mers jurassiques y ont eu accès comme en Berbérie, il a également été sous les eaux au Crétacé, au Nummulitique, au Néogène et jusqu'à une époque récente. Au N de Médenine on voit s'amorcer la tête d'un anticlinal dont le flanc occidental offre un pendage extrêmement faible, et dont le flanc oriental, plus abrupt, plonge très rapidement à l'E, masqué par les atterrissements, mais l'ensemble marque un regard NE vers la Méditerranée. Le long de la branche orientale de la virgation aurasiennne, les diapys, les plis et les fractures marquent aussi une poussée vers l'Est, du côté méditerranéen. Il semble (mais des observations détaillées seraient nécessaires pour l'affirmer) que nous sommes ici en présence d'un segment de l'écorce terrestre, sur lequel non seulement la Berbérie, mais le Sahara lui-même ont débordé, d'une façon analogue à celle dont la Berbérie a débordé sur le Sahara.

---



## LES SURFACES D'USURE ET LES REMANIEMENTS DANS LE JURASSIQUE DE BASSE-NORMANDIE

PAR A. Bigot <sup>1</sup>.

PLANCHE V.

J'ai réuni, au Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Caen, une collection de surfaces durcies et perforées et de roches remaniées que j'ai recueillies dans le Jurassique de Basse Normandie <sup>2</sup>.

Dans ces terrains, situés au voisinage de la bordure du Massif ancien, ces phénomènes sont particulièrement nombreux et variés. Les nombreux exemples échelonnés entre l'Hettangien et le Kimméridgien sont très instructifs, non seulement pour l'histoire géologique de la Basse Normandie, mais pour l'histoire générale des conditions de la sédimentation dans les mers géologiques <sup>3</sup>.

La région des récifs de May est un cas spécial, particulièrement intéressant.

Les surfaces durcies terminent des bancs calcaires qui sont endurcis sur une certaine épaisseur. Généralement, ces surfaces sont planes, formant « dallage » suivant l'expression de J. A. Eudes-Deslongchamps ; elles sont parfois burinées par des stries orientées. Plus rarement, elles sont irrégulières, bosselées ou profondément ravinées.

Les surfaces planes sont taraudées par des Lithodomes, dont les coquilles sont souvent restées dans leurs trous, ou percées de trous de vers partant de traces sillonnant les surfaces et aboutissant à des ouvertures en entonnoir. Elles portent des organismes fixés : Huîtres plates, déformées par l'adhérence, Plicatules, Serpules, Bryozoaires, parfois des racines d'*Apiocrinus*. Les trous de Lithodomes peuvent être sectionnés par la surface d'usure ; ils sont

1. Note présentée à la séance du 18 novembre 1940.

2. Il est fait allusion à ces surfaces dans une Note sur les formations néritiques du Jurassique inférieur de la Basse Normandie paru dans le volume VII, pp. 32-39, consacré à la répartition actuelle et passée des organismes dans la zone néritique, publié par la *Société de Biogéographie*. Elle a été présentée à cette Société dans la séance du 16 février 1940.

3. Pour la bibliographie de cette question, se reporter aux travaux de Lucien CAYEUX, Les minerais de fer oolithique de France, fasc. II, 1922 ; *id.* Les phosphates de chaux sédimentaires de France, t. I, 1939 ; L. RICHARDSON, A. E. TRUEMAN, cités par W. J. ARKELL, dans *Jurassic System of Great Britain*, Oxford, 1933 ; W. H. TWENHOFEL, *Treatise on Sedimentation*, 1926.

quelquefois obstrués par les organismes fixés. Un fin enduit phosphaté recouvre exceptionnellement la surface usée.

Dans les couches au-dessus de ces surfaces se trouvent souvent des fossiles remaniés ou des galets, provenant de niveaux qui ont été parfois entièrement détruits. Ces fossiles remaniés et les galets sont souvent perforés sur toutes leurs faces ou couverts d'Huîtres, de Serpules ou de Bryozoaires.

Les surfaces perforées peuvent être situées dans une même assise ; elles séparent alors des dépôts qui diffèrent par leurs caractères lithologiques et par des particularités fauniques. C'est le cas dans le Bathonien, où des dépôts argileux, très fossilifères, succèdent à des calcaires à grain grossier, pauvres en fossiles.

Ou bien elles sont suivies d'une lacune importante, comportant l'absence de plusieurs assises. C'est le cas sur les récifs de May-sur-Orne <sup>1</sup>, Saint-André-de-Fontenay, Fontaine-Etoupefour. La lacune peut alors être interprétée comme le résultat, soit de l'absence de sédimentation sur un fond balayé par les courants ou par une émerision, soit d'un ravinement qui a fait disparaître les dépôts.

On peut reconnaître des cas où l'usure de la surface est la somme d'actions successives qui peuvent être échelonnées sur une longue durée. Telle est la surface qui termine, à May-sur-Orne, le poudingue charmouthien au-dessous de l'Oolithe ferrugineuse [1 a, p. 18] ou celle qui termine la « Pierre de taille inférieure de Ranville », au-dessous des argiles à *Rhynchonella Boueti*.

Les surfaces durcies et perforées sont, en général, à la suite d'Ed. Hébert (9 a, 9 b), considérées comme le résultat d'une émerision. Ed. Hébert leur attribuait une grande importance pour la limitation des Étages. Ce sont des *bancs-limites* <sup>2</sup>.

On a comparé aussi ces surfaces aux *hard grounds* des mers actuelles, dont les explorations sous-marines ont fait connaître l'existence à des profondeurs entre 150 et 2.000 mètres. Sur ces fonds, balayés par de forts courants, il ne se fait aucun dépôt. Les mers épicontinentales elles-mêmes, telles que la Manche, ont

1. Une coupe indiquant ces lacunes se trouve dans le Livret-Guide des Excursions du VIII<sup>e</sup> Congrès Géologique international, Paris 1900. Normandie, par A. BIGOT, p. 29, fig. 18.

2. Les surfaces durcies et perforées paraissent exceptionnelles dans les terrains paléozoïques. L. CAYEUX signale, d'après A. Archangelsky, l'existence, dans l'Ordovicien des Provinces baltiques, de lacunes, engendrées par des périodes d'émerision, entraînant la formation de bancs corrodés et de niveaux phosphatés (Phosphates de chaux sédimentaires de France, t. I, 1939, p. 43).

La seule indication d'organismes fousseurs ou perforants que je connaisse dans les terrains paléozoïques est celle de *Guilielmites* des schistes marins houillers de Belgique. Ce seraient des terriers de Mollusques bivalves (*Carbonicola*, *Anthracomya*, *Nuculana* (P. PRUVOST, Faune continentale du Terrain houiller de Belgique, *Mém. Mus. R. Hist. Nat. Belgique*, Mém. 44, 1930, pp. 103-282, pl. I-XIV). Cette opinion est discutée par X. STAINIER, Matériaux pour la Faune du Houiller de Belgique, *Bull. Soc. Belge Géol. Pal. Hydr.*, t. XLV, 1935, *Guilielmites*, pp. 40-42.

de larges surfaces de leur fond, sur lesquelles il ne se fait aucun dépôt et où la roche est à nu.

Enfin, — et c'est surtout l'opinion de M. Lucien Cayeux — ces phénomènes de ravinement et de perforation se sont produits *sans émerision*, dans la zone néritique et même sublittorale. Ils sont en relation avec des ruptures d'équilibre des mers, déterminant de forts courants qui entraînent les sédiments, s'opposent à leur dépôt, et usent la surface des dépôts déjà consolidés qui forment le fond de la mer.

La présente note n'est que la première partie d'une étude d'ensemble. Elle groupe des observations inédites ou éparses dans divers travaux sur ces surfaces perforées.

C'est Arcisse de Caumont [4, p. 199] qui, en 1828, a mentionné pour la première fois, à Sallenelles et à Rocreux (près de Saint-Pierre-sur-Dives), une surface « usée et percée de trous » qui termine, à Lion-sur-Mer, le calcaire du « forest-marble », au-dessous de « l'argile de Dives ».

J.-A. Eudes Deslongchamps [5] en a donné, en 1835, une description précise. Il en a tiré des conclusions très exactes. Il prévoyait la très grande importance de ces « dallages ». Il attribuait la formation de ces surfaces durcies et perforées à une interruption dans la sédimentation et à l'usure par des corps durs balayés par la mer <sup>1</sup>.

Cette surface perforée du sommet du Bradfordien des environs de Caen a été signalée aussi par William Buckland en 1837 <sup>2</sup>.

Elle a été décrite aussi par Alc. d'Orbigny et interprétée comme la preuve qu'il s'est écoulé un laps de temps considérable entre la fin du dépôt de la Pierre de Langrune et le commencement du dépôt de l'argile callovienne <sup>3</sup>.

**HETTANGIEN.** — La sédimentation n'a été interrompue pendant le dépôt des Calcaires à Cardinies dans le Bassin de Valognes qu'au-dessus de la surface usée d'un calcaire oolithique, surmontée d'une couche d'argile avec *Ostrea anomala* (Valognes).

Le contact du Sinémurien avec le « banc de fer » à *Cardinia copides* qui termine l'Hettangien d'Osmanville a été décrit par Eugène-Deslongchamps [6, p. 25]. Sur cette surface durcie et nivelée sont fixées des formes plates de *Gryphæa arcuata*. Je n'ai

1. *B. S. G. F.*, 1<sup>re</sup> sér., t. VIII, 1836-1837, p. 323.

2. W. BUCKLAND et DE LA BÈCHE ont décrit une « brèche » de la partie moyenne de l'Oolithe inférieure de Down Cliff, à l'Ouest de Bridport. Cette « brèche » est formée de galets subanguleux, mais à angles arrondis, formés d'oolithe grossière, perforés de tous côtés (On the Geology of the neighbourhood of Weymouth and the adjacent parts of the Coast of Dorset. *Geol. Trans.*, 2<sup>e</sup> sér., vol. IV, 1830 (1835)).

3. *Cours élémentaire de Géologie et de Paléontologie stratigraphiques*, t. II, fasc. II, 1851, p. 501.

pas vu les perforations de Lithodomes signalées par Deslongchamps, mais la surface est couverte de perforations de Vers, qui ont creusé des terriers arqués de grande courbure.

**SINÉMURIEN-CHARMOUTHIEU.** — Dans le Bessin, depuis le début du Sinémurien jusqu'à la fin du Charmouthien (Banc de Roc à *Paltoleuroceras spinatum*), la sédimentation est ininterrompue, malgré les changements dans les caractères des sédiments.

A May-sur-Orne, le conglomérat de base du Charmouthien se termine par une surface rabotée, aplanie, sectionnant les galets et les gros blocs arrondis de grès au niveau de leur gangue calcaire. Beaucoup de ces blocs ont 50 cm. de diamètre. Sur leur surface rabotée sont fixées des Huîtres et des Serpules. Le conglomérat est surmonté par l'Oolithe ferrugineuse bajocienne. Cette curieuse usure représente probablement la somme d'actions successives, échelonnées du Charmouthien à la fin de l'Aalénien [1 a, p. 18].

A Saint-Martin-de-Fontenay, le sommet des calcaires graveleux du Charmouthien (couches à *Gryphæa sportella*), au-dessous des Calcaires à entroques de la base du Toarcien, est durci, compact. Les perforations sont rares, peu profondes.

Près de Falaise, deux bancs de calcaire charmouthien, faisant ensemble 1 m 30, sont usés et perforés à leur surface [1 a, p. 112-113].

**TOARCIEN et AALÉNIEN INFÉRIEUR.** — Dans le Bessin, on n'a pas observé de surfaces perforées entre les différentes assises. Mais le calcaire à *Lioceras opalinum* contient, à l'état remanié [3], des Ammonites phosphatées. Ces fossiles proviennent des couches à *Dumortieria* et *Pleydellia aalensis* qui ont été entièrement détruites<sup>1</sup>.

Sur le récif de May, les Calcaires à entroques de la base du Toarcien (couches à *Harpoceras falcifer*) se terminent par une surface d'usure perforée, recouverte par l'Oolithe ferrugineuse ou l'Oolithe blanche bajocienne. Il en sera parlé plus loin à propos du Bajocien.

**AALÉNIEN SUPÉRIEUR.** — Dans le département de l'Orne (environs d'Alençon) et dans la Sarthe (environs de Mamers), les sables et grès des couches à *Rhynchonella Wrighti* se terminent, au-dessous des calcaires bajociens de l'Oolithe de Villaines-la-Carelle, par une surface percée de trous de Lithodomes (au Nord de Bourg-le-Roi). Cette surface perforée a été signalée par Edmond Hébert [9 b] à Chaumiton, près de Villaines-la-Carelle. Dans la Sarthe, ces

1. M. Antoine Bonte a décrit des remaniements analogues des couches à *Dactylioceras commune*. Phénomènes de remaniement dans les nodules phosphatés du Toarcien de l'Échelle (Ardennes), *CR. Ac. Sc. Paris*, t. 206, 16 mai 1938, p. 1194-1196.

couches à *Rhynchonella Wrighti* contiennent de gros galets de calcaire, perforés et corrodés ; certains de ces galets sont couverts de petites Huîtres fixées.

Aux environs de Falaise (Falaise, Fresné-la-Mère, Vignats), l'Aalénien supérieur à *Pseudoglossothyris Brebissoni* Eug. DESL<sup>1</sup>. se termine par un dallage durci, perforé, que surmontent les calcaires bajociens à *Cadomites bajociensis* DE GROSSOUVRE<sup>2</sup> et *Strigoceras Truellei*.

Les couches déposées pendant l'Aalénien supérieur sur le récif de May ont subi divers remaniements. Le sommet des couches à *Brasilia bradfordensis* est parfois recouvert directement par l'Oolithe ferrugineuse bajocienne ; la surface sectionne des Ammonites de cette zone à *Bradfordensis*. Des Ammonites de cette même zone, usées, perforées, avec serpules adhérentes, sont en galets dans les couches à *Witchellia* (Pl. V, fig. 2). La zone à *Hyperlioceras Walkeri* n'est représentée que par des blocs irréguliers, corrodés, à surface verdie (Glaucnie), avec Serpules et terriers de Vers. Ces blocs sont remaniés dans la couche à *Sonninia nuda*.

Au voisinage du récif du Diguët (Saint-Martin-de-Fontenay), la couche à *Brasilia bradfordensis* contient en galets des Ammonites du Toarcien et de l'Aalénien inférieur [1 c].

Dans le Bessin, l'Aalénien supérieur (Calcaires à silex), se termine par une surface très irrégulière, durcie, traversée par de gros terriers de Vers dans lesquels pénètrent les sédiments de la zone à *Sonninia Sowerbyi* (Carrière de Sully, falaise et plage des Hachettes à l'Est de Sainte-Honorine-des-Pertes). Un contact analogue s'observe dans la région d'Espins, près d'Harcourt, où les profondes irrégularités de l'Aalénien sont remplies par l'Oolithe ferrugineuse bajocienne (Pl. V, fig. 1).

**BAJOCIEN.** — Dans le Bessin, la couche à *Sonninia Sowerbyi* nivelle les irrégularités de la surface de l'Aalénien supérieur. Elle est elle-même terminée par une surface d'usure très accusée au-dessous de l'Oolithe ferrugineuse (Carrière de Sully, Les Hachettes).

Le « conglomérat de Bayeux » contient des galets perforés et des fossiles remaniés, non seulement de la zone à *Sonninia Sowerbyi*<sup>3</sup>,

1. Cette espèce, dont le type est de Fresné-la-Mère, ne serait pas le *Pseudoglossothyris curvifrons* d'Oppel qui est figuré par S. S. Buckman : *Pal. Ind.*, 1<sup>re</sup> sér., vol. III, Mém. n° 2, Namyau beds, pl. XX, fig. 8. Les figures 8 a et 8 b, pl. IX, du *Bull. Soc. Linn. Norm.*, t. VIII, et de la planche 49 de la *Paléontologie française* représentant des individus de Milly (Saône-et-Loire), semblables à la figure de l'échantillon des couches à *bradfordensis* d'Angleterre du Mémoire de S. S. Buckman.

2. Distinguée des *Cadomites linguiferus* (du Bathonien) par de Grossouvre *Livre jubilaire de la Société Géologique de France*, 1930, p. 373.

3. A. DE GROSSOUVRE, *B. S. G. F.*, 3<sup>e</sup> s., t. XX, 1892, p. XIX-XX. Ces fossiles, formant le centre des gros pisolithes, ont été signalés dès 1828 par Arcisse de Caumont (4, p. 229, note 3) et en 1863 par Eug. Eudes-Deslongchamps (6, p. 106).

mais de la zone à *Sonninia Romani*, qui n'est pas connue en place dans la région.

La liaison paléontologique de l'Oolithe blanche bajocienne avec les argiles et marnes de Port-en-Bessin se fait par les trois couches de passage décrites par Louis Guillaume [7 a]. La surface de la couche supérieure est irrégulière, bossuée, avec trous de vers, mais *sans trous de Lithodomes*. Elle porte des *Cancellophycus*<sup>4</sup> qui sont, d'après G. Lucas, des Alcyonaires. La distribution des Alcyonaires dans les mers actuelles indiquerait des fonds de 200 à 1.000 mètres d'après G. Lucas [11]. Les Ammonites de la couche en contact avec cette surface à *Cancellophycus* sont transformées en phosphate. Ce sont des fossiles remaniés, restes d'une assise démantelée.

Sur le Récif de May, l'Oolithe ferrugineuse est superposée soit au dallage du poudingue charmouthien signalé plus haut (p. 168), soit au sommet nivelé et perforé de la couche à *Witchellia*, soit sur une surface semblable terminant la couche à *Brasilia bradfordensis* et même sur le Silurien.

L'Oolithe blanche est séparée en deux assises par une surface de délit durcie.

Sur le Récif du Diguët, la surface durcie et taradée des Calcaires à entroques est recouverte, tantôt par l'Oolithe ferrugineuse, avec galets et fossiles corrodés, tantôt par l'Oolithe blanche, déposée après destruction de l'Oolithe ferrugineuse qui n'est conservée que dans les trous de *Lithodomes* [1 a].

A Falaise, la surface supérieure des couches à *Cadomites bajo-ciensis* est irrégulière, peu durcie, avec trous (de vers ?).

BATHONIEN. — Dans le Bessin, les Caillasses du Bathonien moyen (couches de Vierville) succèdent graduellement aux argiles et aux marnes de Port-en-Bessin. La sédimentation n'est pas interrompue par des surfaces perforées, séparant deux faciès.

Dans la région de Caen, le Calcaire de Caen est graduellement remplacé par les calcaires à stratification entrecroisée, avec lits de silex, de « l'Oolithe miliaire ». Je n'ai pas observé, au sommet du Calcaire de Caen, la ligne d'usure signalée par Eugène Deslongchamps [6, p. 126 et coupe p. 127].

Mais dans le Bathonien moyen et dans le Bathonien supérieur, les surfaces usées et durcies sont nombreuses. Leur existence est liée aux conditions de la sédimentation pendant une importante accentuation de la transgression jurassique que j'ai eu plusieurs fois l'occasion de rappeler [1 b].

L'importance de ces surfaces et, par suite, l'importance de leur

4. Les *Cancellophycus* sont connus aussi dans les couches à silex de l'Aalénien supérieur du Calvados.

rôle pour la distinction d'horizons dans le Bathonien normand, est variable <sup>1</sup>.

**BATHONIEN MOYEN.** — Dans la région de Caen, une de ces surfaces se trouve au sommet des assises que les géologues normands ont appelées « Oolithe miliaire ». Elle marquait, pour Eugène Deslongchamps, la séparation entre cette Oolithe miliaire et le « Bradford Clay ».

Elle termine la « pierre de taille de Ranville ». On l'observe à Caen, aux Vaux-de-la-Folie, au Moulin-au-Roi, en de nombreux points au Nord de Caen, Escoville, Carrières de Ranville et d'Amfréville, anciennes carrières du Pont de Benouville, Beuville (sous la ferme du Château), Périers (Le Ponchet et Carrières à Cussy), Douvres (Les Dellettes), sur la plage devant Langrune et devant Saint-Aubin.

La roche est très durcie, profondément taraudée par des Mollusques lithodomes. La surface est parfois ondulée en larges cuvettes plates avec stries d'usure, orientées vers le SSE. Elle porte, adhérentes, des *Ostrea* (*Pernostrea*) *Wiltonensis*, des *Plicatules* (*Dimyodon*) et (aux Dellettes de Luc) des racines d'*Apiocrinus*. Cette surface est surmontée généralement par les couches à *Rhynchonella Boueti*, base du Bathonien supérieur.

Cette surface témoigne d'un événement important, général dans l'histoire du Bathonien de la région de Caen ; elle marque une interruption prolongée de la sédimentation, suivie d'un changement de faciès et d'un renouvellement partiel de la faune [7 b]. Les conditions sont semblables à celles qui ont été décrites en Angleterre par J. W. Arkell <sup>2</sup>. Les *Apiocrinus* « ont vécu à Bradford-sur-Avon, dans de l'eau claire, enracinés sur la surface érodée des calcaires sous-jacents de la Grande Oolithe, et ils ont été étouffés et tués par un afflux de boue qui a couché les Crinoïdes sur toute leur longueur, sans les disloquer, et les a étalés sur le fond de la mer, parmi les Brachiopodes ». Toutefois, la fossilisation sur place des Crinoïdes fixés (*Apiocrinus* et *Millericrinus*) conservés avec toutes leurs parties en rapport est exceptionnelle en Normandie, où la station d'Aunou-sur-Orne est le seul exemple qui soit connu <sup>3</sup>.

1. « Si [ces surfaces durcies, ravinées et perforées] se trouvent parfois à la limite de deux zones, de deux étages ou de deux systèmes, il arrive bien plus souvent encore qu'elles sont jetées comme au hasard... Ces lignes de démarcation ne prennent une valeur que quand elles correspondent à une lacune importante... Celles-là résultent de déplacements importants des rivages, et elles méritent d'être prises en sérieuse considération lorsqu'elles ont une extension et une continuité suffisantes ». (DE GROSSOUVRE, Sur le Système oolithique inférieur dans la partie occidentale du Bassin de Paris. *B. S. G. F.*, 3<sup>e</sup> s., t. XV, 1886-1887, p. 513-538).

2. J. W. ARKELL. *The Jurassic System of Great Britain*, p. 270.

3. J. MORIÈRE. Deux genres de Crinoïdes de la Grande-Oolithe, *Bull. S. Linn. Norm.*, 3<sup>e</sup> s., t. V, 1881, p. 78-87, 1 pl.

Mais auparavant, il s'était produit, pendant le Bathonien moyen dans la même région, d'autres arrêts dans la sédimentation. L'un d'eux paraît localisé à la région des couches à récifs de Monderville, de Colombelles et de Blainville. Le sommet de ces couches (Banc royal de Blainville) est très irrégulier, largement bosselé, tarauté de trous de Lithodomes. A un niveau plus bas, Louis Guillaume [7 c, p. 174] a décrit une surface d'usure au sommet de l'horizon de la « pierre de taille de Reviers et Creully », c'est-à-dire au-dessous de la « Caillasse de Fontaine-Henry ». Une autre surface d'usure interrompt les calcaires de l'Ecarde d'Amfréville (couches à *Terebratulula circumdata*). Enfin, le sommet des caillasses de Blainville, du Maresquet et de Moulton, qui nivellent les cuvettes plates de la « pierre de taille de Ranville » est lui-même durci et tarauté. Louis Guillaume [7 h, p. 49] a signalé, dans l'épaisseur de la Caillasse inférieure à Céphalopodes de la Carrière Givel, à Ranville, « une surface d'usure assez fortement rubéfiée, avec nombreuses perforations profondes et Huîtres adhérentes (*Ostrea lingulata* WALKER). »

Dans le Bessin, les Caillasses de Marigny et de Longues [7 d] représentent l'Oolithe miliare de la région de Caen (zone à *Tulites subcontractus*, Louis Guillaume). Il n'existe que deux surfaces d'usure avec perforations de Lithodomes; elles sont situées vers le sommet de cette série de Marigny-Longues.

C'est peut-être au même niveau que se place la surface perforée qui termine les calcaires oolithiques des Monts d'Eraines.

Dans le département de l'Orne, aux environs de Nonant, du Merlerault et de Courtomer, le Bathonien est formé à la base par des calcaires lithographiques surmontés par des calcaires à stratification entrecroisée, c'est-à-dire sous le faciès de la « pierre de Langrune ».

En 1837, Puillon-Boblaye [12, p. 323] signalait qu'au Merlerault et à Mamers la surface du calcaire compact inférieur à l'Oolithe de Mamers est criblée de cavités par des coquilles perforantes<sup>1</sup>. Cette surface est très constante. Elle a été décrite par Eugène Deslongchamps [6, p. 144]. « Nulle part je n'ai vu aussi tranchée la séparation des deux assises. L'importance et l'étendue de cette surface terminale des calcaires lithographiques sont comparables à celles de la surface qui termine le Bathonien moyen du Calvados, sans que cela implique qu'elles soient contemporaines. »

La pierre de taille de Fel, près de Chambois, se termine aussi par une surface d'usure, avec perforations de Lithodomes, au-dessous des marnes graveleuses à *Digonella digona*.

Aux environs de Mamers, « l'Oolithe de Villaines » (bajocienne) se termine par une surface durcie, perforée. Cette surface a été

2. Ed. HÉBERT (Mers anciennes, p. 32 et fig. 7) place cette surface perforée « au sommet de l'oolithe de Mamers, au-dessous des Calcaires à *Rhynchonella concinna* et *Apiocrinus* ».



signalée à Marcoué par P. Bizet [2, p. 62]. La carrière de Marcoué est abandonnée, le contact inaccessible, mais des moellons du banc durci ont été employés dans la construction du pont du chemin de fer qui franchit le chemin reliant la route d'Alençon à la route du Mans. Cette surface d'usure existe aussi au-dessous des couches à *Eudesia cardium* de la tranchée du Pont de Bray à l'Ouest de Mamers et au sommet des couches à végétaux de Mamers (Carrière de Marolette) [2, p. 32].

**BATHONIEN SUPÉRIEUR.** — Les surfaces usées sont nombreuses. Elles témoignent de l'irrégularité des conditions de la sédimentation, irrégularité attestée encore par la fréquence de la stratification entrecroisée [1 d], par des lacunes, des remaniements, des changements de faciès.

Il y a deux surfaces d'usure dans la Caillasse à *Rhynchonella Boueti* des Carrières de Ranville, une plus haut sur un Calcaire à oolithes rousses, qui a été exploité comme deuxième niveau de « pierre de taille » de Ranville, une autre dans les couches de Langrune, au-dessous d'une couche d'argile à nombreuses *Digonella digona*.

Sur la plage, devant Langrune et à l'Est de Luc (Roche Mignon), le sommet des couches à Spongiaires est usé et perforé.

Mais la surface d'usure la plus importante est celle qui termine la « pierre de Langrune » dans les falaises de Luc, à Lion-sur-Mer, à Colleville, à la Roche de Sallenelles, et à Saint-Pierre-sur-Dives. C'est cette surface qui a été décrite pour la première fois par J.-A. Eudes-Deslongchamps [5], véritable *dallage*, dont la surface usée, nivelée, taradée par des Lithodomes, est traversée par des trous de Vers et sur laquelle adhèrent des *Ostrca willtonensis*, *Gryphæa lingulata* et des Serpules.

L'importance de cette surface dépasse encore celle de la surface d'usure qui termine le Bathonien moyen. Elle met fin au dépôt de graviers calcaires, formés d'organismes triturés, avec enveloppes de calcaire précipité, et d'oolithes. Ils sont remplacés par des sédiments argileux ou marneux qui caractériseront la plus grande partie du Callovien et de l'Oxfordien.

A Sées (nouveau Séminaire<sup>4</sup> et Carrière de Granlay), le Cornbrash repose sur la surface des Calcaires du Bradfordien, perforés par des Lithodomes.

**JURASSIQUE MOYEN ET SUPÉRIEUR.** — Les dépôts argileux et marneux de la période oxfordienne (Callovien et Oxfordien) se sont faits dans des conditions de tranquillité continue.

C'est seulement au sommet (Corallien) qu'apparaissent des traces de remaniements, fossiles roulés et galets perforés couverts d'*Exogyra nana* dans les couches à *Nucleolites scutatus* des falaises de

1. J. CARDINET. A propos du Cornbrash des environs de Sées (Orne), *Bull. Soc. Linn. Norm.*, 6 février 1938, p. 24-26.

Villers. Cependant, on trouve parfois déjà dans les marnes à *Quenstedticeras Marise* des galets de calcaire marneux avec Huîtres adhérentes.

Dans l'Orne, le « Calcareous grit » (à *Cardioceras cordatum*) se termine au-dessous des calcaires coralliens par une surface d'usure « perforée par des pholades » [8]. Dans les calcaires coralliens de Mortagne (Bazoches-sur-Houesne) et dans les calcaires à *Solenopora* de la même région se trouve une surface perforée avec Huîtres adhérentes.

Le contact des « Sables de Gos » (Séquanien) avec les calcaires coralliens est brusque ; la surface des calcaires est irrégulière, mais sans perforations (Lisieux : basilique et tranchée du chemin de fer). A Gos même, la substitution du faciès arénacé au faciès calcaire a été très rapide, mais ne s'est pas faite brusquement.

Le contact des « Argiles de Villerville » (Séquanien) avec les « couches de Hennequeville » (Sommet de l'Oxfordien) se fait sur un calcaire dur, dont la surface est irrégulière. Cette surface n'est pas taraudée par des Mollusques lithodomes, mais elle est percée de trous irréguliers de Vers, s'enfonçant obliquement dans le calcaire. Cette surface rappelle celle qui termine les couches de passage de Port-en-Bessin, au-dessous des argiles à *Bel. bessinus* (p. 170), mais elle n'est pas bossuée et ne porte pas de *Cancellophycus*.

KIMMÉRIDIEN. — Gustave Lennier [10, p. 12] signale au Havre, dans la série inférieure aux « Calcaires à Ptérocères », une surface perforée par des Mollusques-lithodomes et des rognons roulés à surface verdâtre.

L'état des affleurements du Kimméridgien de la côte du Calvados (Villerville et Criquebeuf) ne permet pas d'observer cette surface, mais les argiles kimméridgiennes contiennent des galets irréguliers, bien roulés, de calcaire marneux compact, gris, à surface verdâtre, irrégulière, perforée par des Mollusques lithodomes. Ces galets sont couverts, sur toutes leurs faces, par des Serpules et des *Exogyra virgula* ; ils ont été arrachés à un banc, déplacés et retournés par les vagues ou les courants.

#### LISTE DES TRAVAUX CITÉS

- [1 a] A. BIGOT (—). Compte rendu des Réunions extraordinaires de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne en 1926 et 1928, *Bull. Soc. G. M. de Bretagne*, vol. VII, fasc. spécial, p. 1-119.
- [1 b] — Les conditions de dépôt du Bathonien inférieur dans le Bessin et dans la région de Caen, *CR. Ac. Sc. Paris*, t. 184, 1927, p. 1103-1106. — Les conditions de dépôt du Bathonien supérieur dans la région de Caen, *id.*, p. 1149-1152.
- [1 c] — Le Jurassique du plateau de Saint-Martin-de-Fontenay (Calvados), *Bull. Soc. Linn. Norm.*, 8<sup>e</sup> s., t. IX, 1937, p. 17-39.

- [1 d] — Stratification entrecroisée et transgressions bathonienne et cambrienne, *C. R. somm. Séances Soc. Géol. Fr.*, 19 février 1940, p. 27-28.
- [2] BIZET (Paul). Aperçu géologique sur les Terrains sédimentaires représentés dans l'Est du Département de l'Orne, *Bull. Soc. Géol. Norm.*, t. XI, 1885 (1886), p. 57-87.
- [3] BRASIL (Louis). Remarques sur la constitution du Toarcien supérieur dans le Calvados, *Bull. Soc. Linn. Norm.*, 4<sup>e</sup> s., t. IX, 1895, p. 147-151.
- [4] A. DE CAUMONT. Essai sur la topographie géognostique du département du Calvados, *Mém. Soc. Linn. Norm.*, t. IV, 1828, p. 59-366.
- [5] DESLONGCHAMPS (J.-A. Eudes-). Remarques géologiques et paléontologiques sur un banc calcaire qui surmonte, dans quelques localités du département du Calvados, le calcaire à Polyptères des Géologues normands, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, t. VI, 1834-1835. — Réimprimé, un peu modifié, dans *Mém. Soc. Linn. Norm.*, t. VI, 1838, p. 238-248.
- [6] DESLONGCHAMPS (Eugène Eudes-). Etudes sur les Etages jurassiques inférieurs de la Normandie, *Mém. Soc. Linn. Norm.*, t. XIV, 1864, p. 1-296, 3 pl.
- [7 a] GUILLAUME (Louis). Note préliminaire sur les couches de passage du Bajocien au Bathonien dans la région de Port-en-Bessin (Calvados). *C. R. somm. Séances Soc. Géol. Fr.*, 20 juin 1927, p. 137-139.
- [7 b] — Observations sur le Bathonien supérieur de l'une des carrières de Ranville, *Bull. Soc. Linn. Norm.*, 7<sup>e</sup> s., t. VIII, 1925, p. 46-57, 1 pl.
- [7 c] — Observations sur les horizons à Céphalopodes du Bathonien moyen dans la région de Caen, *C. R. somm. Séances Soc. Géol. Fr.*, 17 juin 1929, p. 173-175.
- [7 d] — Note préliminaire sur le Bathonien du Bessin, *id.*, 7 nov. 1937, p. 170-171.
- [8] GUYERDET. Coupe géologique de la carrière du four à chaux de Vimoutiers (Orne), *Bull. Soc. Linn. Norm.*, 3<sup>e</sup> s., t. IX, 1884-1885, p. 196.
- [9 a] HÉBERT (Edmond). Les mers anciennes et leurs rivages dans le Bassin de Paris, Terrains jurassiques, Paris, 1857, 88 p., 1 pl.
- [9 b] — Sur le terrain jurassique du bord occidental du Bassin de Paris, *B. S. G. F.*, 2<sup>e</sup> s., t. XII, 1854, p. 83.
- [10] LENNIER (G.). Etudes géologiques et paléontologiques sur l'embouchure de la Seine et les falaises de la Haute Normandie, Le Havre, 1867, 245 p. et Atlas.
- [11 a] LUCAS (G.). Les *Cancellophycus* du Jurassique sont des Alcyonaires, *CR. Ac. Sc. Paris*, t. 206, 1938, p. 1914-1916.
- [11 b] — Océanographie et évolution des fonds jurassiques à Alcyonaires (*Cancellophycus*) de la région de Ghar Rouban (Frontière algéromarocaine), *C. R. somm. Séances Soc. Géol. Fr.*, 20 juin 1938, p. 196-198.
- [12] PUILLO-BOBLAYE. Réunion extraordinaire de la Société Géologique de France à Alençon en 1837, *B. S. G. F.*, t. VIII, 1836 à 1837, p. 223-271.





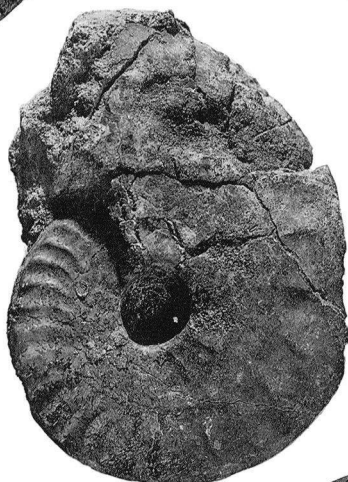
1



2



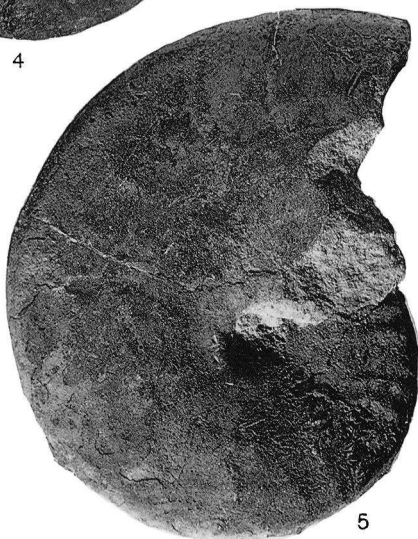
3



4

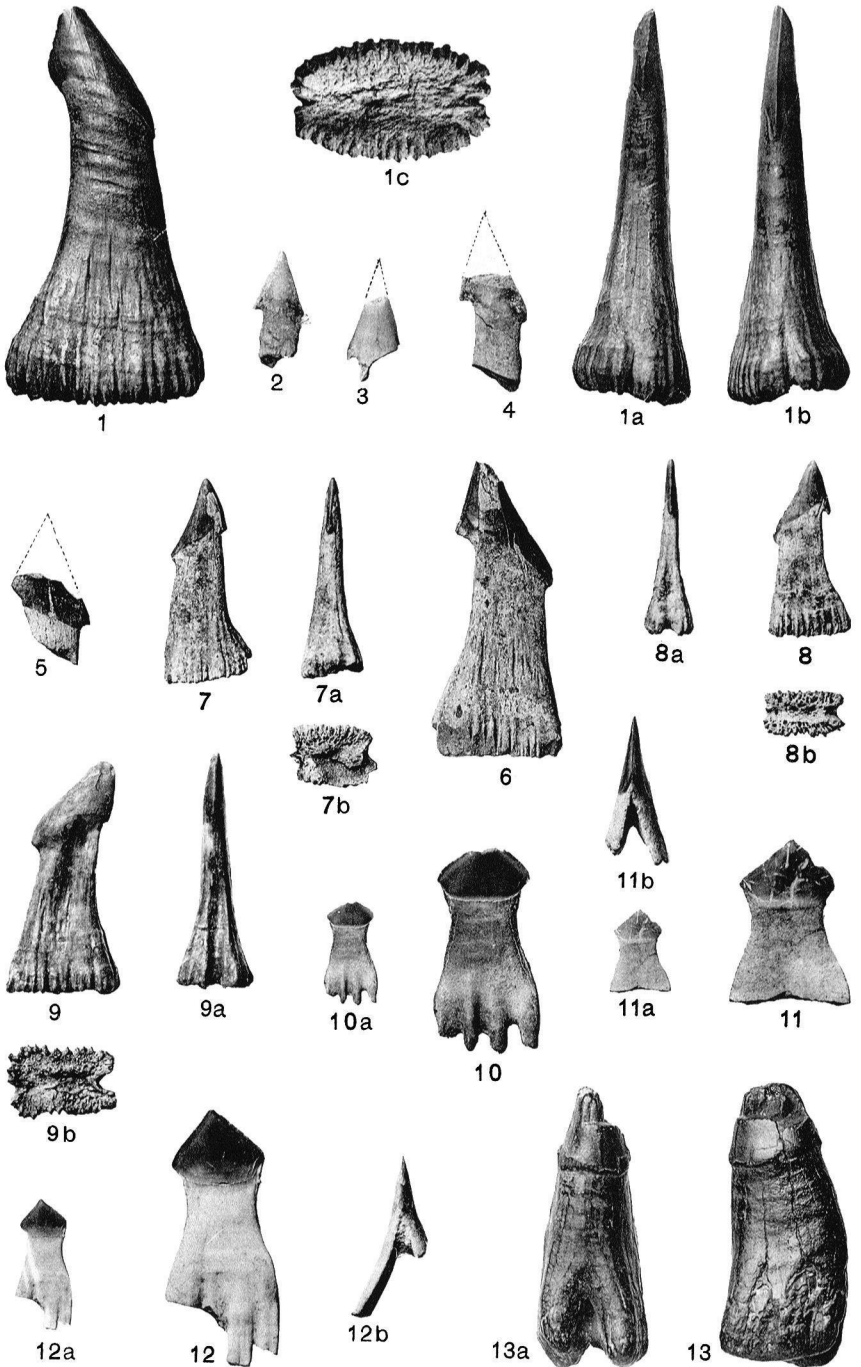


6

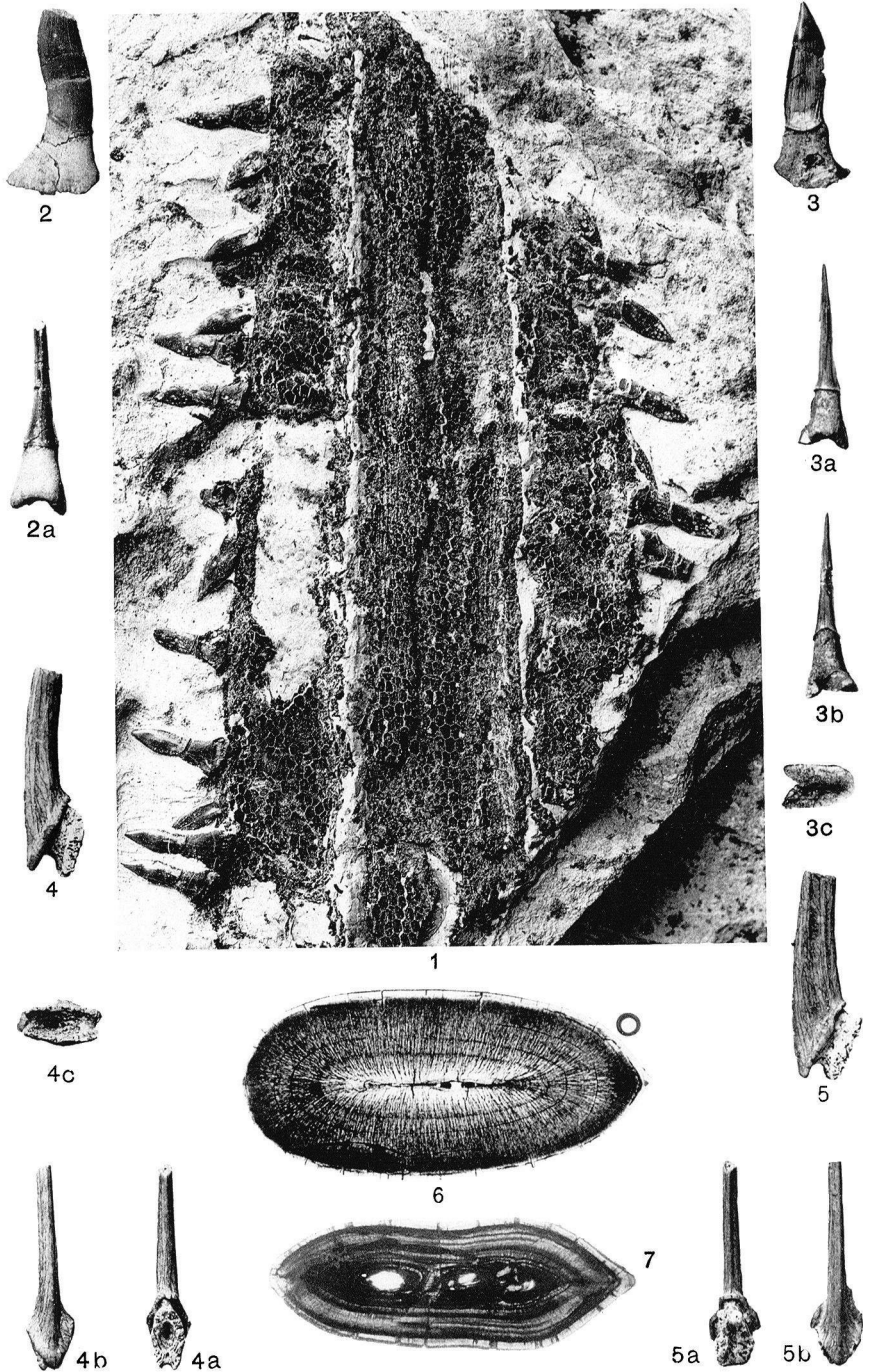


5

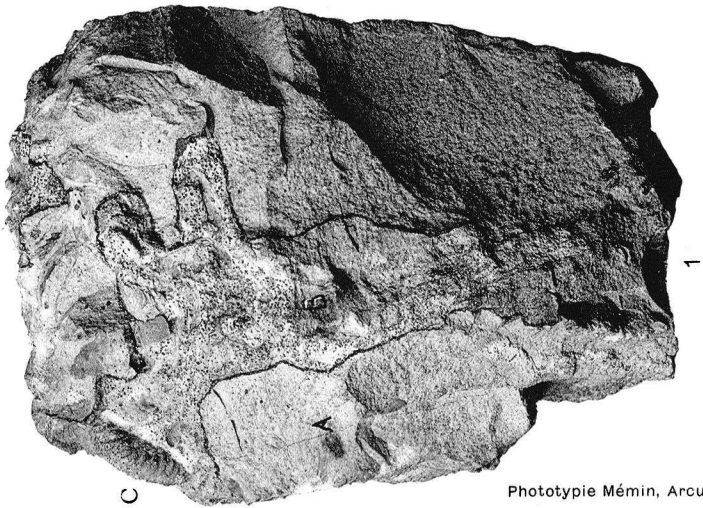
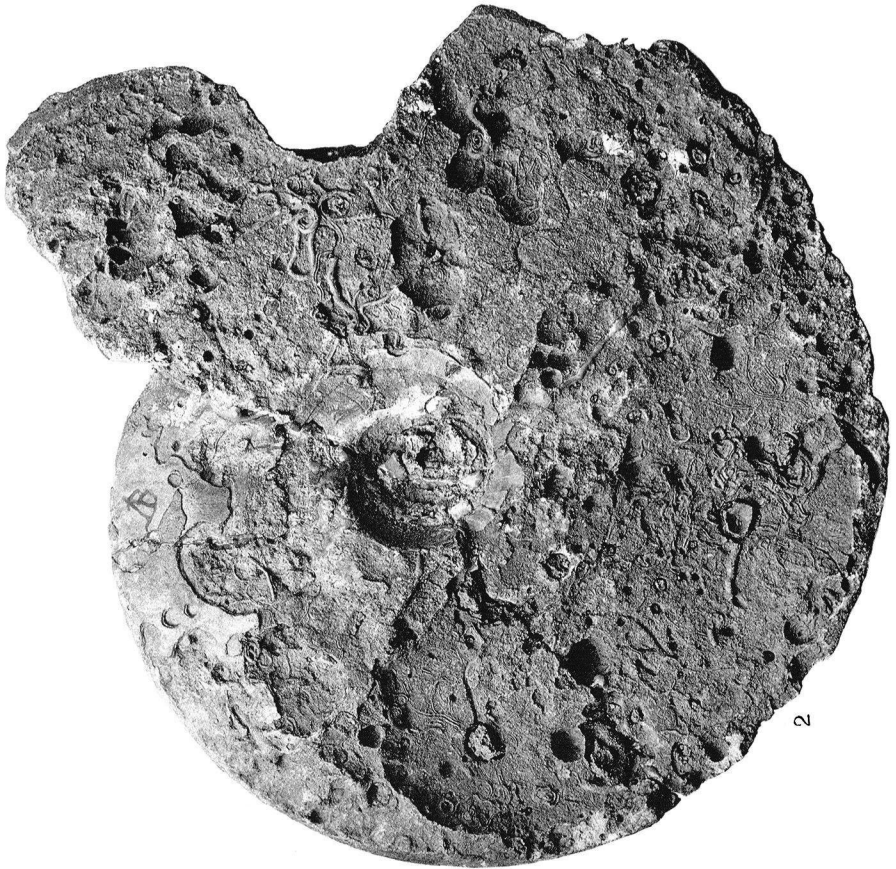
Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)



Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)



Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)



Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)



TRACES DE L'ACTION ÉOLIENNE  
DANS LES SABLES AUVERSIENS DU BASSIN DE PARIS.

PAR H. Alimen <sup>1</sup>.

PLANCHE VI.

ÉMERSIONS AU COURS DE L'AUVERSIEN

L'existence d'émersions au cours de l'Auverisien est un fait depuis longtemps soupçonné et que fait pressentir d'ailleurs la présence de *ravinements* et de divers niveaux de *calcaires lacustres* au sein des sables marins (Calcaire de Jaignes, couche démantelée de Nanteuil, Calcaire de Ducy, notamment.)

Des traces de *Végétaux terrestres*, signalées en plusieurs points du Bassin parisien, sont plus significatives encore. Carez (4) a noté dès 1896, la présence de très nombreux *Végétaux tertiaires* dans les grès bartoniens de divers gisements des environs de Château-Thierry, en particulier dans la localité de Blesmes, où il a recueilli une empreinte de feuille très bien conservée <sup>2</sup>. Munier-Chalmas (10) avait vu à Auvers-sur-Oise, à la base des grès, des empreintes nettes qu'il rapporta à *Araucaria Duchartrei*. Plus récemment, L. et J. Morellet, à qui l'on doit de si belles observations sur l'Auverisien, ont décrit, de Nanteuil-le-Haudouin, des grès à débris végétaux surmontant directement la zone marine d'Auvers et eux-mêmes recouverts par la couche lacustre démantelée de Nanteuil (9).

Ces derniers géologues (8) ont observé des *bancs ligniteux* intercalés dans les sables auversiens. Citons parmi d'autres les points suivants : Château de Valière (p. 63), Bois de Morrière, tous deux situés près de Mortefontaine (Oise) (p. 65).

PHÉNOMÈNES ÉOLIENS A L'AUVERSIEN

L'émerision de grandes masses sableuses vers la fin de l'Oligocène a provoqué, comme je l'ai montré ailleurs (1), la constitution d'importants cordons dunaires sur de vastes étendues du Bassin

1. Note présentée à la séance du 4 novembre 1940.

2. Toutefois cette seule observation ne serait pas démonstrative. M. L. Morellet a bien voulu m'indiquer que les grès de Château-Thierry contiennent de nombreux restes d'organismes marins et que la présence de *Végétaux* peut n'y impliquer que la proximité du rivage de la mer auversienne. La trouvaille de Munier-Chalmas à Auvers est beaucoup plus significative.

parisien. Le témoignage s'en trouve inscrit d'une part dans la stratigraphie (topographie dunaire souvent bien conservée de la surface structurale supérieure du Stampien, localisation de couches laguno-lacustres dans des chenaux ou cuvettes, galets à facettes, jardangs (1, p. 187 à 209); d'autre part, dans la pétrographie des sables du sommet du Stampien (étude granulométrique et morphologique révélant des influences éoliennes (2, p. 150 à 161, pl. XI et XII).

J'aurais voulu rechercher sur le terrain si des traces de l'action du vent comparables à celles conservées dans le Stampien, se retrouvent dans l'Auversien. Les difficultés actuelles de circulation rendent ce projet impossible; d'ailleurs, MM. Morellet donneront peut-être quelque jour les preuves que j'aurais aimé apporter moi-même. Il faut tout de suite remarquer que les problèmes que pose l'Auversien sont plus difficiles à résoudre que les problèmes stampiens, parce qu'il y a eu plusieurs émergences importantes durant l'Auversien, en outre, parce que les mouvements tectoniques de l'Éocène supérieur et de l'Oligocène ont certainement modifié la forme des surfaces structurales auversiennes. J'indiquerai cependant quelques remarques de détail qui me paraissent faire pressentir une certaine analogie de conditions au cours des deux périodes des sables moyens et supérieurs. Il existe des grès, des lignites et des sables mauves dans l'Auversien comme dans le Stampien. Les grès et les couches ligniteuses ne sont pas superposés dans la série de coupes, alignées d'Ouest en Est, de La Chapelle-en-Serval à Mortefontaine, Ermenonville, Montagny-Sainte-Félicité, publiées par L. et J. Morellet (8): couches ligniteuses sans grès au Bois de Morrière (alt. 87 m), au Château de Valière (alt. 88 m environ), grès et pas de lignites à Mortefontaine (alt. 92 m), à Montagny-Sainte-Félicité (alt. 100 m). Grès comme lignites sont antérieurs à la zone de Mortefontaine. Il semble bien possible que cette disposition corresponde à une localisation des lignites dans les interdunes et des grès dans les sommets dunaires, comparable à celle que j'ai observée dans le Stampien (1, p. 205, fig. 31).

#### RECHERCHES PÉTROGRAPHIQUES SUR LES SABLES AUVERSIENS

C'est d'abord à la même région de la Forêt d'Ermenonville que je me suis adressée pour rechercher dans les sables auversiens les marques de l'action du vent au cours de cette période. Deux échantillons de sable provenant d'une toute autre région (NW de Paris) suffiront à montrer que l'action éolienne n'y a pas été étroitement localisée.

Je ne crois pas que l'attention des géologues ait jamais été beaucoup attirée par le caractère éolien de certains des sables auversiens. Dans un travail récent cependant, A. Rivière (12) mentionne

qu'un sable bartonien venant de Beauval<sup>1</sup> lui a montré, parmi les éléments très fins de nombreux grains arrondis et polis, donc éoliens, ce que cet auteur interprète ainsi : « On peut donc tenir pour vraisemblable qu'une masse importante d'éléments fins charriés par les vents est venue se précipiter dans la mer en s'ajoutant à un sédiment marin de caractère assez banal » (12, p. 229).

#### ÉTUDE GRANULOMÉTRIQUE ET MORPHOLOGIQUE D'UN SABLE DE LA FORÊT D'ERMENONVILLE (OISE)

J'ai recueilli ce sable le long de la route G. C. 126, allant de Fontaine-Châlis à Mortefontaine, au voisinage du lieu-dit B<sup>que</sup> de Chaâlis, à la faveur d'une petite exploitation temporaire mettant à jour du grès et le sable sous-jacent. Les conditions de gisement excluent l'hypothèse d'un remaniement actuel par le vent.

Le tamisage de ce sable a été effectué selon la technique que j'ai déjà exposée (2, p. 150), avec le même jeu de tamis (celui du laboratoire de géologie de la Sorbonne). Les résultats du tamisage sont relatifs à 100 g. de sable. Pour les raisons déjà données, j'emploie la représentation graphique qui consiste à porter en abscisses les dimensions des mailles, en ordonnées, pour chaque tamis, la somme des masses de sable recueillies dans ce tamis et dans ceux qui précèdent (masse % des grains de taille supérieure à la dimension de maille du tamis considéré). Plusieurs expériences ont été faites, et ont donné des résultats très concordants. Une seule a été reportée dans le tableau ci-joint.

On voit que ce sable ne présente qu'un maximum important, correspondant au diamètre 0 mm 20. Un second maximum, d'importance négligeable, se manifeste dans les parties très fines du sable (0 mm 10). La courbe correspondante (fig. 1, courbe 1 en trait fin continu) ne possède donc qu'un point d'inflexion bien marqué. Il s'y ajoute une très petite sinuosité dans les parties très fines du sable (0 mm 10). En outre, on voit que la courbe est sensiblement symétrique par rapport à son point d'inflexion et fortement relevée, ce qui traduit en particulier la grande homogénéité de ce sable : la majorité des grains se groupe autour d'une dimension déterminée (ici 0 mm 20).

Cette courbe est remarquablement semblable d'une part à celles de beaucoup de sables de dunes actuelles du littoral atlantique de la France (Le Pyla, Cayeux, Le Crotoy), d'autre part à celles des sables éoliens du Stampien terminal (2, p. 155, fig. 2). Cette simi-

1. Il existe plusieurs localités de ce nom dans le Bassin de Paris : les seules pouvant avoir fourni des sables auversiens sont dans la basse vallée de l'Ourcq, l'une près de Lizy-sur-Ourcq (S.-et-M.), l'autre près de Mareuil-sur-Ourcq (Oise). Je présume donc que le sable étudié par A. Rivière provient de l'un de ces deux points.

litude est inscrite dans la fig. 1 où j'ai représenté pour comparaison en trait pointillé l'analyse granulométrique du sable éolien actuel du Pyla, et en trait discontinu celle d'un sable éolien stampien (Ormesson). On sait que les sables éoliens ne donnent pas un type unique de courbes, cependant le cas le plus fréquent pour les sables éoliens est précisément celui que nous rencontrons ici : un seul maximum important dans les parties grosses des grains et un maxi-

### Résultats du tamisage de sables auversiens

Numéro des tamis	Dimensions des mailles en mm	FORÊT D'ERMENONVILLE		LE DÉSERT		LA FRETTE	
		Masses de sable recueillies dans chaque tamis	Masses cumulatives %	Masses de sable recueillies dans chaque tamis	Masses cumulatives %	Masses de sable recueillies dans chaque tamis	Masses cumulatives %
25	0,75	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
40	0,43	0,08	0,10	0,20	0,22	0,06	0,07
60	0,28	4,76	4,86	5,02	5,24	0,76	0,83
80	0,20	46,83	51,69	32,90	38,14	5,74	6,57
100	0,18	24,85	76,54	26,70	64,84	10,13	16,70
140	0,14	20,45	96,99	26,20	91,04	40,69	57,39
120	0,12	0,74	97,73	1,48	92,52	10,72	68,11
160	0,10	1,39	99,12	5,20	97,72	21,28	89,39
180	0,097	0,30	99,42	0,48	98,20	3,63	93,02
200	0,085	»	»	»	»	4,26	97,28
240	0,063	»	»	»	»	0,76	98,04
260	0,056	»	»	»	»	1,00	99,04
300	0,055	»	»	»	»	0,10	99,14
Ayant traversé les tamis utilisés		0,44	99,86	1,24	99,44	0,50	99,64
TOTAUX		99,86		99,44		99,64	

num secondaire dans les parties fines. Par contre, les sables marins ont en général plusieurs maxima, et il y correspond donc des courbes sinueses. (A. Rivière, 12; p. 226-229 et H. Alimen et A. Vatan, 2.)

L'analyse granulométrique du sable d'Ermenonville entraîne donc une forte présomption en faveur de l'origine éolienne de ce sable. L'examen microscopique, en lumière réfléchie (microscope ordinaire et binoculaire) ne laisse aucun doute à cet égard. On sait que les grains assez gros pour rouler et frotter les uns contre les autres (taille supérieure à 0 mm 20) portent les caractères éoliens les plus nets (grains arrondis, dépolis). Les grains plus petits, qui

restent en suspension, n'accusent l'origine éolienne que par l'absence d'arêtes aiguës et par un polissage général de la surface (L. Cayeux, 5, et J. Bourcart, 3<sup>1</sup>). Les grains spécialement étudiés et que j'ai figurés sont donc ceux recueillis dans le tamis 60 (taille supérieure à 0 mm 28).

Le cliché de la pl. VI, fig. 1, montre très nettement la forme sphérique ou ovoïde très commune des grains ayant roulé et frotté les uns contre les autres (a). Ces grains ont, en général, l'aspect dépoli, malheureusement mal rendu par les photographies. D'autres quartz, également communs sont, à l'échelle microscopique de véritables « galets à facettes » (b), dont les faces planes et polies ont été vraisemblablement produites par le frottement sur eux des parties fines du sable. Le plus souvent, ils sont tétraédriques<sup>2</sup>. D'autres grains sont de forme irrégulière, mais ne présentent jamais de cassures fraîches et ont un poli très accusé (c). On peut voir sur tous ces grains de petites cupules, ou des facettes de choc, mais polies.

A un assez fort grossissement, on observe tous les détails caractéristiques de l'action éolienne : petites ponctuations serrées, stries, guillochage. Les grains les plus abondants (tamis 80, dimension 0 mm 20), plus irréguliers de forme, parce que de taille plus petite, présentent néanmoins un admirable polissage, et les détails de l'empreinte éolienne (ponctuations, stries, guillochage, cupules). Quelques-uns même sont nettement des quartz à facettes.

Notons comme particularité de ce sable l'existence d'une patine ocre, abondante surtout dans les cupules, pouvant aussi recouvrir la presque totalité du grain.

#### ÉTUDE GRANULOMÉTRIQUE ET MORPHOLOGIQUE DU SABLE DE LA DUNE DU DÉSERT A ERMENONVILLE (OISE)

Le Désert d'Ermenonville, bien connu pour son intérêt touristique, est une véritable dune, offrant avec ses sables auversiens, des aspects étonnamment semblables à ceux des dunes actuelles (pl. VI, fig. 4). De grands espaces y sont dénudés et l'on peut se demander si le caractère éolien des sables et la topographie dunaire n'y sont pas uniquement l'œuvre des vents actuels.

1. Les caractères microscopiques des sables éoliens ont été récemment précisés dans plusieurs publications par notre confrère A. Cailleux, notamment dans :

A. CAILLEUX. Les actions éoliennes périglaciaires quaternaires en Europe. *B. S. G. F.*, 1936, p. 495-505.

A. CAILLEUX. Contribution à l'étude des grès friables et sables du Massif armoricain. *Bull. Soc. géol. et minér. de Bretagne*, 1938, nouvelle série (1939), p. 63-76.

2. La question de l'origine de ce type de grains peut être discutée. Il me suffit ici de les signaler comme très caractéristiques des sables éoliens. Il existe de nombreux « quartz à facettes » dans le très beau sable éolien actuel de la dune du Pyla.

Or, l'étude granulométrique et morphologique du sable prélevé au Désert montre une parenté remarquable avec le sable de la Forêt d'Ermenonville. Les résultats du tamisage sont indiqués dans le tableau ci-dessus. Ici encore, il y a un seul maximum important (tamis 80, dimension 0 mm 20) ; un second maximum, très faible, a lieu pour des grains de 0 mm 10. Ce sont exactement les mêmes maxima que pour le sable de la Forêt d'Ermenonville. Ces résultats sont traduits par la courbe (en trait fort continu, courbe 2) de la fig. 1. On voit l'identité des caractères granulométriques des deux sables dont les courbes sont presque confondues.

A l'examen au microscope le sable du Désert est également très semblable à celui de la Forêt d'Ermenonville. La fig. 2, pl. VI représente des grains de taille supérieure à 0 mm 28. Les grains sphériques et ovoïdes sont communs (a). La forme « quartz à facettes » typique est peut-être moins fréquente que dans l'échantillon étudié de la Forêt d'Ermenonville, mais nombreux sont les

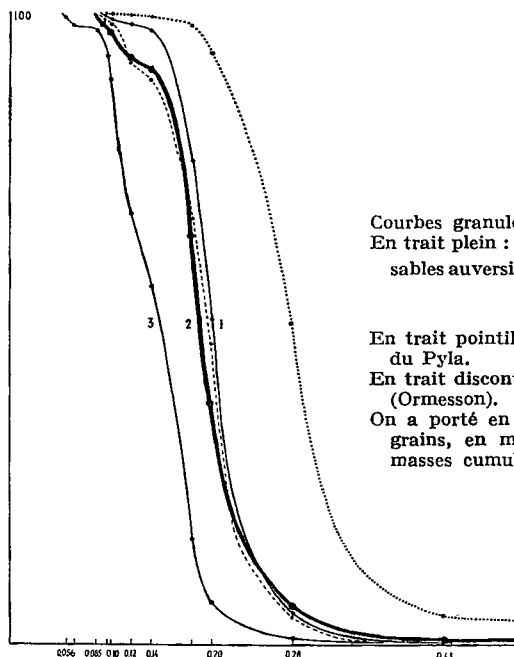


FIG. 1.

Courbes granulométriques de sables éoliens.  
En trait plein :

- sables auverniens, 1. Forêt d'Ermenonville.
- 2. Désert d'Ermenonville.
- 3. La Frette.

En trait pointillé : sable de la dune actuelle du Pyla.

En trait discontinu : sable éolien stampien (Ormesson).

On a porté en abscisses les dimensions des grains, en millimètres, en ordonnées les masses cumulatives en grammes.

quartz plus ou moins irréguliers où on peut observer une ou plusieurs faces planes (b). Les détails de la surface sont manifestement éoliens, sur les grains de grande taille comme sur ceux de 0 mm 20 : aspect dépoli dû à un semis de fines ponctuations, stries et rainures, guillochage, cupules.

Plusieurs quartz présentent une patine ocre, recouvrant parfois

tout le grain, plus accentuée dans les cupules. Sur quelques-uns la patine est noire.

La quasi-identité des deux sables du Désert et de la Forêt d'Ermenonville me paraît exclure la possibilité d'une formation actuelle de la dune du Désert. Toutefois, l'hypothèse pourrait subsister d'une dénudation ancienne (il ne reste dans la Forêt d'Ermenonville que des lambeaux de la couverture de Calcaire de Saint-Ouen) et d'une action du vent au Quaternaire, voire même à la fin du Tertiaire et non à l'Auversien. Pour éclairer ce point, nous étudierons d'autres échantillons de sables auversiens.

#### ÉTUDE GRANULOMÉTRIQUE ET MORPHOLOGIQUE D'UN SABLE MAUVE DE LA FRETTE (S.-ET-O.)

J'ai recueilli ce sable au contact de grès auversiens, le long du chemin montant, par des lacets, de l'église de La Frette située au niveau de la Seine, vers Cormeilles-en-Parisis.

Le tamisage donne des résultats voisins des précédents (tableau et courbe 3 de la fig. 1). Toutefois, la marque des étapes marines antérieures n'y est pas aussi profondément disparue : ce sable dérive d'un sable marin à plusieurs maxima qui sont encore marqués et sa courbe granulométrique est légèrement sinueuse, sans pour cela s'écarter des formes possibles des sables éoliens. Les éléments du sable de La Frette sont plus fins que ceux des sables d'Ermenonville (maximum des grains autour de 0 mm 10-0 mm 14) : la courbe est nettement décalée vers les faibles abscisses.

L'examen au microscope montre le caractère éolien de ce sable (pl. VI, fig. 3). Les grains en sont cependant moins façonnés par le vent, au point de vue de la forme, que dans les deux sables précédents, ce qui est en rapport avec la finesse plus grande de la majorité des éléments. Les quartz sphériques ou ovoïdes sont moins nombreux (*a*). Il en existe cependant, qui en outre sont nettement dépolis. La forme dominante est celle de grains présentant des faces planes, « quartz à facettes » plus ou moins typiques (*b*) : certains sont nettement tétraédriques. Les arêtes des dièdres sont émoussées ; les cupules sont fréquentes. Il y a peu de patine, mais certains grains sont colorés dans leur masse : bruns, roses, mauves.

Ce sable récolté à flanc de coteau, à la faveur de la coupe classique de La Frette-Cormeilles qui met à jour toutes les assises tertiaires du Lutétien supérieur à la Meulière de Beauce, ne peut tenir son caractère éolien d'aucune autre période que l'Auversien.

Ainsi nous sommes autorisés à penser qu'il en est de même pour le sable de la Forêt d'Ermenonville et pour celui du Désert, où existerait donc une véritable « dune fossile ».

## ÉTUDE MORPHOLOGIQUE D'UN SABLE D'AUVERS-SUR-OISE (S.-ET-O.)

Ce sable a été prélevé sur les parties non consolidées des échantillons de grès à *Araucaria Duchartrei* de la collection du laboratoire de géologie de la Sorbonne, vraisemblablement les grès mêmes récoltés par Munier-Chalmas. Les grains de taille supérieure à 0 mm 28 ont les caractères éoliens les plus nets : grains ovoïdes parfaitement polis, ou grains à faces planes et arêtes émoussées, surface dépolie, cupules, ponctuations, etc. Les grains plus petits sont, eux aussi, indubitablement façonnés par le vent.

Ici, comme à La Frette, toute hypothèse d'action éolienne postérieure à l'Auversien est exclue : le grès à *Végétaux*, qui surmonte directement le Lutétien, est lui-même recouvert par les grès et sables fossilifères de la zone d'Auvers, puis par des sables et grès sans fossiles, par les sables à *Potamides scalaroides*, enfin par du calcaire lacustre (Dollfus, Munier-Chalmas, L. et J. Morellet, 7).

## CONCLUSIONS

L'étude microscopique des sables prélevés dans des coupes, et provenant de la Forêt d'Ermenonville (région de Senlis), de La Frette (près de Cormeilles-en-Parisis), d'Auvers-sur-Oise, démontre l'existence d'influences éoliennes au cours de l'Auversien. Les observations de A. Rivière relatives probablement à la basse vallée de l'Ourcq, suggèrent une extension orientale possible de ces influences.

L'étude granulométrique révèle, elle aussi, le caractère éolien des sables étudiés, et en outre leur analogie avec les sables éoliens du Stampien terminal.

Les sables de la Forêt d'Ermenonville, de La Frette, d'Auvers ont été recueillis au contact immédiat d'un grès, le sable du Désert à proximité d'une table démantelée de grès. Ainsi, pour ces cas particuliers, une liaison entre l'existence du grès et le caractère éolien des sables associés est manifeste.

On peut rapprocher de ces observations celles faites par Munier-Chalmas (10 et 11, p. 505) à Auvers-sur-Oise même : le conglomérat qui surmonte le grès contient des fragments du grès sous-jacent. « Ils indiquent, écrivait Munier-Chalmas en 1906, que les sables aux dépens desquels ils se sont formés étaient consolidés presque au moment où ils se déposaient. »

Ainsi nous est suggérée l'hypothèse que certains grès auversiens peuvent avoir pris naissance, comme les grès du Stampien terminal, durant une période d'émersion, par consolidation des sables dans les sommets dunaires.



## BIBLIOGRAPHIE CITÉE

1. H. ALIMEN. — Étude sur le Stampien du Bassin de Paris. *Mém. Soc. Géol. de Fr.*, Mém. n° 31, 1936.
2. H. ALIMEN et A. VATAN. — Contribution à l'étude pétrographique des sables stampiens. *B. S. G. F.*, (5), t. VII, 1937, p. 141-162, pl. XI, XII.
3. J. BOURCART. — L'action du vent à la surface de la terre. *Revue de Géographie physique et de Géologie dynamique*, t. I, fasc. I, 1928, p. 28, pl. VII et t. I, fasc. 3, pl. III et IV.
4. CAREZ. — Observation. *B. S. G. F.*, (3), t. XXIV, 1896, p. 52.
5. L. CAYEUX. — Les roches sédimentaires de France. Roches siliceuses. *Mém. Carte géol. Fr.*, 1929, p. 70-87.
6. JANET. — Sur l'allure des grès bartoniens dans la région de Château-Thierry. *B. S. G. F.*, (3), t. XXIV, 1896, p. 49-53.
7. L. et J. MORELLET. — Observations sur les sables à galets d'Auvers. *B. S. G. F.*, (4), t. XXIV, 1924, p. 109-112.
8. — — — Observations sur les couches à *Avicula Defrancei*. *B. S. G. F.*, (4), t. XXV, 1925, p. 59-66.
9. — — — Les sables moyens de Nanteuil-le-Haudouin. *B. S. G. F.*, (4), t. XXX, 1930, p. 170.
10. MUNIER-CHALMAS. — Observations. *B. S. G. F.*, (3), t. XXIV, 1896, p. 53.
11. — — — Note sur la zone d'Auvers. *B. S. G. F.*, (4), t. VI, 1906, p. 503-509.
12. A. RIVIÈRE. — Contribution à l'étude géologique des sédiments sableux. *Ann. Inst. Océanogr.*, nouv. série, t. XVII, fasc. 4, 1937, p. 213-240.

## LÉGENDE DE LA PLANCHE VI

FIG. 1. — Sable éolien auversien, Forêt d'Ermenonville (Oise). Les grains de taille supérieure à 0 mm 28 sont seuls figurés.

- a) grains sphériques ou ovoïdes ;
- b) grains à facettes, le plus souvent tétraédriques ;
- c) grains très polis, mais dont la forme est restée irrégulière. Gross. 14.

FIG. 2. — Sable éolien auversien, Le Désert, près d'Ermenonville (Oise). Les grains de taille supérieure à 0 mm 28 sont seuls figurés.

- a) grains sphériques ou ovoïdes ;
  - b) grains plus ou moins irréguliers mais présentant une ou plusieurs faces planes.
- Gross. 14.

FIG. 3. — Sable éolien auversien, La Frette (Seine-et-Oise). Les grains de taille supérieure à 0 mm 28 sont seuls figurés.

- a) grains sphériques ou ovoïdes ;
  - b) grains présentant des faces planes.
- Gross. 14.

Ces trois photographies microscopiques sont faites en lumière réfléchie, à sec (clichés Leriche).

FIG. 4. — La « Dune » auversienne, Le Désert, Ermenonville (Oise).

L. et J. Morellet ont été très vivement intéressés par la communication de Mlle H. Alimen. S'il ne paraît plus possible de mettre en doute qu'au cours de l'Auversien des dunes se soient installées dans des régions et à des niveaux que la stratigraphie d'ailleurs permet souvent de situer par avance (dans la région de Mortefontaine, par exemple, alors que s'y enchevêtraient les lagunes marines à *Avicula DeFrancei* et les lacs lagunaires à *Limnaea arenularia*), il ne peut s'agir, à leur avis, que de dunes littorales, et l'idée leur paraît à rejeter qu'à une période quelconque de l'Auversien se soit établi sur l'ensemble du bassin de Paris un régime dunaire continental et désertique, comparable à celui qui a prévalu à la fin du Stampien et dont l'existence a été si bien mise en lumière par Mlle H. Alimen.

Au cours des diverses régressions qui se sont succédé dans le bassin de Paris pendant l'Auversien et dont l'étude de la vallée de la Marne établit la chronologie précise, les émerSIONS, en effet, n'ont jamais été totales, sauf peut-être à l'époque de Saint-Ouen, et sont demeurées limitées à une zone périphérique plus ou moins importante. Par ailleurs, les lacs qui ont occupé les surfaces abandonnées par la mer n'étaient pas des lacs au sens strict du mot, mais des lacs lagunaires s'étendant jusqu'au voisinage du rivage, ayant conservé avec le golfe qu'ils bordaient des relations tout au moins sporadiques, indiquées par des intercalations de gypse, de magnésite et de couches à faune saumâtre et sont comparables aux lagunes qui s'observent actuellement sur certaines côtes plates.

*A priori* c'est dans la zone occupée par ces lacs lagunaires qui ne formaient pas une nappe d'eau continue, mais une série de chapelets irrégulièrement anostomosés, et plus particulièrement dans la partie littorale de cette zone, que les sables éoliens doivent être recherchés. L'importante découverte de Mlle H. Alimen ouvre ainsi un vaste champ aux investigations nouvelles et il est à souhaiter que notre confrère les entreprenne. Conduites méthodiquement pour chaque période régressive, elles sont susceptibles, en démontrant l'origine éolienne des sables en certains points (environs de Château-Thierry, par exemple), de résoudre diverses énigmes paléogéographiques, stratigraphiquement insolubles.

---

CORALLIAIRES, BRACHIOPODES  
ET CRINOÏDES MÉSODÉVONIENS  
DU SAHARA MAURITANIE ET OCCIDENTAL

PAR **Jean Cottreau** <sup>1</sup>.

PLANCHE VII.

En 1937 et 1938, Mlles Odette de Puygaudeau et Marion Senones, chargées d'une mission de Préhistoire, recueillirent, au cours de

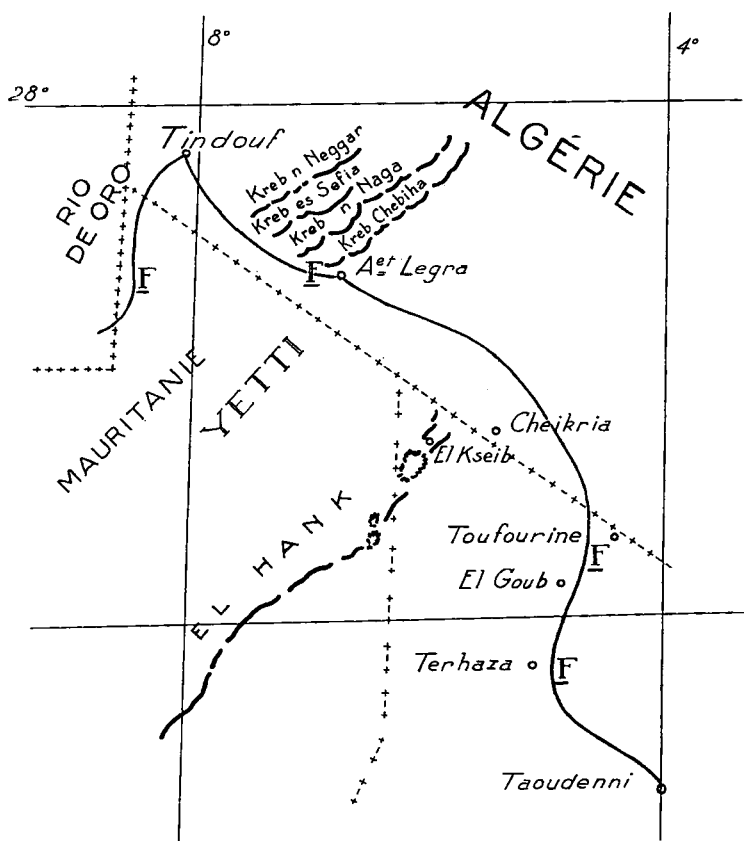


FIG. 1. — Itinéraire de la Mission O. du Puygaudeau et M. Senones.  
F. Gisements de fossiles.

1. Note présentée à la séance du 4 novembre 1940.

leur itinéraire dans le Sahara Mauritanien et Occidental, des Invertébrés fossiles parmi lesquels des Polypiers et Brachiopodes parfaitement dégagés qui ont été remis aux collections de Paléontologie du Muséum. Ces fossiles proviennent des trois régions suivantes :

1° *Yetti*. Rives et environs S de l'Oued M'Guerriat traversé par la piste automobile Tindouf-Bir Moghreïn au Sud de la Daïa-el-Aam.

2° *Oued Talha*. Rive N. Vingt kilomètres environ à l'Ouest d'Aouinet Legra. Traversée du Kreh Chebiha par la route Tindouf-Hank.

3° *Erg-Choch*. Rive N des salines de Terhaza à 150 km de Taoudenni<sup>1</sup>. Puits d'El Goub et de Toufourine.

Précédemment, nos confrères N. Menchikoff et Th. Monod ainsi que le regretté F. Jacquet avaient signalé le Dévonien moyen dans ces mêmes régions. Les espèces de Polypiers et Brachiopodes citées étaient les suivantes :

DAIA EL AAM<sup>2</sup> (série schisto-calcaire).

au sommet (Frasnien)	}	<i>Spirifer Verneuili.</i>
		<i>Leptaena rhomboidalis.</i>
		<i>Schizophoria striata.</i>
partie moyenne (Givétien)	}	<i>Cyathophyllum.</i>
		<i>Hexagoniophyllum.</i>
		<i>Philipsastrea.</i>
à la base (Eifélien)	}	<i>Calceola sandalina.</i>
		<i>Spirifer cf. elegans.</i>
		— <i>cultrijugatus.</i>
		— <i>speciosus.</i>

DALAAAT EL ADMIA.

Grès à *Spirifer Rousseaui*.

AOUINET LEGRA<sup>3</sup> (200 km à l'Ouest).

*Calceola sandalina* LMK.

*Leptaena rhomboidalis* WILCK.

*Productella productoides* MURCH.

1. La carte du Service géographique de l'Armée à l'échelle du 1.500.000 (Afrique NW) orthographe *Taoudenni* et non pas *Taoudeni*.

2. F. JACQUET. Le flanc méridional du synclinal de Tindouf dans les confins de la Mauritanie septentrionale. *CR. Ac. Sc.*, t. 203, p. 1171, 1936.

3. N. MENCHIKOFF. Le Dévonien des confins du Rio-de-Oro. *C. R. somm. Soc. Géol. de France*, p. 38-39, 1935.

*Orthis* cf. *orbicularis* MURCH.  
*Atrypa reticularis* L.  
*Productella subaculeata* MURCH.

TERHAZA <sup>1</sup> (sommet de la falaise sud).

*Leptaena rhomboidalis* WILCK.  
*Atrypa reticularis* L.  
*Spirifer elegans*.  
*Schizophoria* cf. *vulvaria* SCHLOTH.

Les Polypiers et Brachiopodes recueillis par Mlles du Puigauveau et Marion Senones sont décrits ci-après. Leur étude confirme la présence du Dévonien moyen et complète notablement les listes précédentes.

## ANTHOZOAIRE TÉTROCORALLIAIRE

### ZAPHRENTIDÉS

#### *Zaphrentis* cf. *gigantea* LE SUEUR

*Cariophyllia gigantea* LE SUEUR. Description de plusieurs animaux appartenant aux Polypiers lamellifères. *Mém. du Muséum*, t. VII, p. 296, 1820.

*Zaphrentis gigantea* MILNE-EDWARDS et HAIME. Monographie des Polypiers fossiles des terrains paléozoïques. *Arch. du Muséum*, t. V, 1854.

Un exemplaire cylindrique (longueur 9 cm 5, diamètre du calice 5 cm) présente une petite fossette septale latérale. On compte environ 55 cloisons légèrement flexueuses vers le centre et un nombre égal de cloisons rudimentaires alternes.

*Zaphrentis gigantea*, du Dévonien moyen de l'Ohio, a été cité, également dans le Dévonien en Espagne (calcaire de Ferrones) <sup>2</sup>,

#### *Zaphrentis* *Guillieri* CH. BARROIS

Pl. VII, fig. 1, 1 a.

*Zaphrentis Guillieri* CH. BARROIS. Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice, p. 197, pl. VII, fig. 3. *Mém. Soc. Géol. du Nord*, t. II, n° 1, 1882.

Un échantillon (hauteur 25 mm) dont le calice oblique présente vingt-six septes épais et subégaux, avec grande fossette septale oblongue située du côté de la petite courbure, correspond à la descrip-

1. N. MENCHIKOFF et Th. MONOD. Coupe géologique du Hank à Taoudeni (Sahara occidental). *CR. Ac. Sc.*, t. 203, p. 230-232, 1936.

2. Ch. BARROIS. Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice, p. 199. *Mém. Soc. Géol. du Nord*, t. II, Mém. n° 1, 1882. D'après E. Haug (*Traité de Géologie*), le calcaire de Ferrones serait d'âge Coblentzien supérieur.

tion et figuration de cette espèce qui se rencontre dans le Dévonien moyen des Asturies et de l'Eifel sensiblement au même horizon stratigraphique (calcaires à Calcéoles) <sup>1</sup>.

**Aulacophyllum Looghiense** SCHLÜT.

Pl. VII, fig. 2.

*Aulacophyllum Looghiense* SCHLÜTER. Anthozoen des rheinischen Mittel-Devon, p. 310, pl. V, fig. 6-11. *Abhandl. z. geol. Specialkarta v. Preussen u. d. Thuringisch. Staaten*, 1889.

*Aulacophyllum Looghiense* F. R. COWPER REED. The Devonian Faunas of the Northern Shan States, p. 12, pl. II, fig. 10-12. *Palæontologia Indica* (N. S.), vol. II, Mém. n° 5, 1908.

Cette espèce, commune dans le Dévonien moyen de l'Eifel, a été, d'autre part, signalée dans le Dévonien de l'Inde (Northern Shan States).

Les exemplaires du Sahara sont identiques par leur forme générale, la disposition des septes, etc., à ceux figurés des Shan States par F. R. Cowper Reed. J'ai pu examiner une quinzaine d'individus.

**Hadrophyllum Orbigny** M.-E. et H.

Pl. VII, fig. 3, 4, 4 a, 5, 5 a.

*Hadrophyllum Orbigny* MILNE-EDWARDS et HAIME. Monogr. des Polypiers foss. des terrains paléozoïques, p. 357, pl. VI, fig. 4, 4 a, 1851.

A cette espèce se rapportent cinq exemplaires d'un Polypier simple, très court, turbiné, plus ou moins conico-convexe inférieurement. Le diamètre du calice circulaire, plan ou à peine concave, mesure environ 15 mm; la hauteur des échantillons varie entre 3 mm 5 et 7 mm 5. La fossette septale principale est large, les trois autres sont moins distinctes. Toutefois, le nombre et la disposition des septes dans les différents systèmes limités par les fossettes, correspondent à la description donnée par Milne-Edwards et Haime. Il est à noter, chez certains individus tels que ceux représentés (pl. VII, fig. 3, 3 a, 4, 4 a), une contorsion accentuée des septes principaux. Chez d'autres, ces mêmes septes sont à peine sinueux depuis le centre; ils deviennent bifides près de la périphérie où viennent s'intercaler entre eux des septes rudimentaires.

Dans l'état actuel de nos connaissances, le genre *Hadrophyllum* comprend trois espèces, toutes citées du Dévonien : 1° *H. Orbigny* E. et H. dans l'Amérique du Nord (Ohio); 2° *H. pauciradiatum* E. et H. dans la Prusse Rhénane (Eifel); 3° *H. conicum* C. B., dans les Asturies. Il est intéressant de constater que, nettement différente des dernières, l'espèce recueillie dans le Sahara ne se distingue par aucun caractère véritablement spécifique d'*Hadrophyllum Orbigny* du Dévonien de l'Ohio.

1. F. FRECH. Die Cyathophylliden und Zaphrentiden des deutschen Mittel Devon. *Pal. Abhandl. v. W. Dames und E. Kayser*. Bd. III, Hft. 3, p. 102, 1886.

## CYATHOPHYLLIDÉS

**Cyathophyllum ceratites** GOLDF.

*Cyathophyllum ceratites* GOLDFUSS. Petrefacta Germaniæ, I, p. 57, pl. XVII, fig. 2 a, b, c, d, e, f, g, k, 1826.

Dix exemplaires turbinés, plus ou moins courbés, en médiocre état de conservation. Chez certains, les bourrelets circulaires d'accroissements sont apparents. C'est une espèce du Dévonien (couchés à Calcéoles) en Eifel, dans les Asturies et en Sibérie Occidentale<sup>1</sup>.

**Cyathophyllum ceratites** var. **marginatum** GOLDF.

*Cyathophyllum marginatum* GOLDFUSS Petref Germ., I, p. 55, pl. XVI, fig. 3, 1826.

*Cyathophyllum ceratites* GOLDF var. *marginata* GOLDF. — F. FRECH. Die Cyathophylliden und Zaphrentiden d. deutschen Mitteldevon. Pal. Abhandl. von W. Dames u. E. Hayser. Bd III, Heft 2, p. 66, pl. V, fig. 2, 10, 11, 11 a, 13, pl. VII, fig. 7, 1886.

*Cyathophyllum ceratites* var. *marginatum* GOLDF. — F. R. COWPER REED. The Devonian Faunas of the Northern Shan States, p. 3, pl. II, fig. 3, 3 a. Palæontologia Indica (N. S.), vol. II, Mém. n° 5, 1908.

Deux exemplaires sont bien typiques de cette variété qui se rencontre également, au même horizon stratigraphique, dans l'Eifel, en Sibérie et dans l'Inde (Dévonien des Northern Shan States). Ils se distinguent par le bourrelet saillant formé par les septes surplombant les bords du calice. Ces septes, au nombre d'une trentaine, minces, dentelés, peu inégaux, sont alternativement grands ou petits. La hauteur de ces échantillons est respectivement d'environ 28 mm ; le diamètre du calice mesure 23 mm.

**Cyathophyllum cæspitosum** GOLDF. var. **breviseptatum** FRECH

*Cyathophyllum cæspitosum* var. nov. *breviseptata*. FRECH (*op. cit.*), p. 72, pl. III, fig. 5-8, 1886.

*Cyathophyllum cæspitosum* var. *breviseptatum* FRECH. — F. R. COWPER REED (*op. cit.*), p. 4, pl. I, fig. 3-6, 1908.

Plusieurs exemplaires s'identifient à cette variété, commune dans le Dévonien moyen de l'Eifel, signalée dans l'Oural Occidental, la Sibérie Occidentale par Tschernyshev et von Peetz (*op. cit.*), enfin dans l'Inde (Northern Shan States) par F. R. Cowper Reed.

**Cyathophyllum cylindricum** SCHULZ (*Heliophyllum*)

*Heliophyllum cylindricum* E. SCHULZ. Die Eifelkalkmulde von Hillesheim nebs einem palæontologischen Anhang. Jahrb. al. ksn. preuss. geol. Landesamt, 1882 (1883), p. 237, pl. XXI, fig. 6, 7.

1. H. VON PEETZ. Beiträge zur Kenntn. d. Fauna a. d. devon. Schicht am Rande des Steinkohlen Bassins von Kersnetz West Siberien, p. 206. St-Petersbourg, 1901.

*Cyathophyllum cylindricum* SCHULZ. — E. FRECH (*op. cit.*), p. 58, pl. VII, fig. 12.

*Cyathophyllum cylindricum* SCHULZ. — F. R. COWPER REED (*op. cit.*), p. 3, pl. I, fig. 9, 10, 10 a.

Cette espèce est représentée par plusieurs exemplaires dont l'un, notamment, reproduit celui figuré par Cowper Reed (pl. I, fig. 9). La forme générale cylindrique est allongée, plus ou moins contournée (longueur 12 cm pour un diamètre calicinal de 4 cm). Les bourrelets d'accroissement sont plus ou moins saillants. Pas de pseudo-columelle, aucune trace de fossette septale. Environ soixante septes alternativement de premier et de second ordre; les plus longs atteignent le centre.

Dans le Dévonien moyen de Rhénanie *C. cylindricum* se trouve localisé à la partie supérieure des couches à *Calceola sandalina*.

### **Heliophyllum Halli** M.-E. et H.

Pl. VII, fig. 6, 6 a.

*Heliophyllum Halli* MILNE-EDWARDS et HAIME. Monogr. des Polypiers foss. des terrains paléozoïques, p. 408, pl. VII, fig. 6, 6 a, 6 b, 1851.

Quelques exemplaires, en parfait état de conservation, attestent la présence de cette espèce décrite du Dévonien des États-Unis (Hamilton group, Ontario, Ohio, etc., Un individu adulte mesure en hauteur 78 mm, tandis que son diamètre calicinal est de 77 mm. Le Polypier est simple, turbiné, assez arqué, entouré d'une mince épithèque plissée ou présentant de légers bourrelets. La profondeur du calice peut varier, de 22 mm chez les jeunes individus, jusqu'à atteindre 33 mm chez les adultes. Il y a une petite fossette septale. Les septes nombreux (environ 90 au stade adulte), serrés, alternativement inégaux, ont des prolongements latéraux lamellaires qui s'avancent de la muraille vers le centre suivant une direction arquée et ascendante. L'un des échantillons présente trois jeunes individus groupés sur le bord interne d'un calice maternel (bourgeonnement intra-calicinal).

### **Metriophyllum Bouchardi** M.-E. et H.

*Metriophyllum Bouchardi* MILNE-EDWARDS et HAIME. Monogr. des Polypiers foss. des terrains paléozoïques, p. 318, pl. VII, fig. 1, 1 a, 1 b, 2, 2 a, 1851.

*Metriophyllum Bouchardi* CH. BARROIS. Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice, p. 196, pl. VIII, fig. 2. *Mém. Soc. Géol. du Nord*, t. II, n° 1, 1882.

Trois exemplaires (hauteur 22 mm, diamètre calicinal subcirculaire, environ 11 mm) présentent les caractères spécifiques de *M. Bouchardi*. Le Polypier simple de forme cylindro-conique-allongée avec bourrelets d'accroissement, était entouré d'une mince épithèque qui laisse visibles les stries costales. Vingt-quatre septes rayonnent à l'intérieur du calice au centre duquel ne s'observe pas de columelle saillante. Aucune fossette septale : une section



verticale montre d'épaisses traverses horizontales. *M. gracile* SCHLÜT., du Dévonien de Rhénanie, a des dimensions beaucoup plus petites. *M. Bouchardi*, décrit du Dévonien de Ferques (Boulonnais), a été cité en Espagne, des calcaires dévoniens de Moniello.

#### Phillipsastrea cf. torreana M.-E. et H.

Synonymie in CH. BARROIS. Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice, p. 209, pl. VI, fig. 1, 1882.

Je rapporte à cette espèce plusieurs exemplaires d'un Polypier astréen en masse subplane. Les calices circulaires, inégaux (15 à 25 mm), saillants de 2 mm, généralement distants les uns des autres d'environ deux fois leur diamètre, ont des côtes minces droites ou flexueuses qui, dans les espaces intermédiaires, se soudent avec celles des polypières voisins. Pas de lignes polygonales autour des divers individus. La muraille interne et la pseudo-columelle ne sont pas distinctes dans les calices ; si, toutefois, elles existent, leur présence demeure incertaine. 17 cloisons principales arrivent presque jusqu'au centre du calice chez un polypierite qui présente 19 cloisons.

*Phillipsastrea torreana*, très voisin du *P. Verneuili* du Dévonien de l'Éifel et des États-Unis, paraît en être, au Sahara comme en Espagne, la forme représentative.

### CYSTIPHYLLIDÉS

#### Cystiphyllum vesiculosum GOLDF. (Cyathophyllum).

*Cyathophyllum vesiculosum* GOLDFUSS Petr. Germ. I, p. 58, pl. XVII, fig. 5 a, pl. XVIII, fig. 1 a-d, 1826.

*Cystiphyllum vesiculosum* MILNE-EDWARDS et HAIME. Monogr. des Polypiers foss. des terrains paléozoïques, p. 462, 1851.

Quatre à cinq spécimens dont la forme générale est cylindrique allongée, plus ou moins courbe (hauteur 105 mm pour un diamètre de 46 mm), présentent à l'intérieur du calice des vésicules nombreuses et inégales. Les plus grosses avoisinent le centre. Par contre, la disposition des septes est fort peu distincte.

*C. vesiculosum*, du Dévonien moyen de Westphalie, est aussi très commun dans le Dévonien aux États-Unis (New-York, Onondaga, Hamilton, Canada, Michigan, chutes de l'Ohio). Également citée dans la Transcaucasie, puis dans l'Inde, cette espèce était cosmopolite durant le Dévonien.

#### Cystiphyllum lamellosum GOLDF. (Cyathophyllum).

*Cyathophyllum lamellosum* GOLDFUSS Petr. Germ., t. I, p. 58, pl. XVIII, fig. 3, 1826.

*Cystiphyllum lamellosum* MILNE-EDWARDS et HAIME. Monogr. des Polypiers foss. des terrains paléozoïques, p. 463, 1851.

Sept échantillons bien typiques attestent la présence de cette espèce dans le Dévonien du Sahara occidental où, comme dans l'Eifel, elle accompagne *Calceola sandalina* LAMK.

### CALCEOLIDÉS

#### *Calceola sandalina* LAMARCK

Caractéristique et largement répartie durant le Méso-Dévonien (Europe Occidentale, Altaï, Oural, Inde), cette espèce a précédemment été signalée au Sahara par F. Jacquet et N. Menchikoff (*op. cit.*) 1° à la base de l'importante série schisto-calcaire de la Daia el Aam (Ouest du synclinal de Tindouf) ; 2° à l'Ouest d'Aouinet Legra.

Les exemplaires recueillis par Mlles de Puigauveau et Senones sont remarquables de conservation ; certains opercules isolés sont parfaitement dégagés naturellement, tandis que d'autres sont demeurés en connexion avec la valve calicinale.

### TABULÉS

#### FAVOSITIDÉS

#### *Favosites basaltica* GOLDF. (*Calamopora*)

*Calamopora basaltica* GOLDFUSS. Petref. Germ., I, p. 72, pl. XXVI, fig. 4 c et 4 d, 1826.

*Favosites basaltica* MILNE-EDWARDS et HAIME. Monogr. des Polypiers foss. des terrains paléozoïques, p. 236, 1851.

Cette espèce dont la vaste répartition géographique durant le Dévonien s'étendait de l'Europe Centrale aux États-Unis se trouvait également au Sahara. J'ai pu examiner cinq exemplaires bien typiques.

#### *Polypora cervicornis* M.-E. et H. (*Favosites*)

*Calamopora polymorpha* var. *ramosodivariata* GOLDFUSS. Petref. Germ., I, p. 19, pl. XXVII, fig. 3 a, 4 a et 4 b, 4 c et exil., 1826.

*Favosites cervicornis* MILNE-EDWARDS et HAIME. British Fossil Corals, p. 216, pl. XLVIII, fig. 2, 1850.

*Pachypora cervicornis* CH. BARROIS. Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice, p. 214, 1882.

Nombreux fragments plus ou moins usés de formes branchues subdendroïdes dont le diamètre varie de 1 à 2 cm ; les calices ont généralement 1 mm de diamètre. — Largement répandue durant le Dévonien, cette espèce, d'abord décrite d'Allemagne, signalée en Angleterre, en Belgique, en France et en Espagne, a été citée par divers paléontologistes en d'autres régions sous le nom de *Pachypora polymorpha* GOLDF.

**Pachypora reticulata** BLAINV. (Alveolites)

Synonymie in MILNE-EDWARDS et HAIME. Monogr. des Polypiers foss. des terrains paléozoïques, p. 241, 1864.

Divers fragments peuvent être attribués à cette espèce polymorphe.

**Alveolites suborbicularis** LAMARCK

Synonymie in MILNE-EDWARDS et HAIME. Monogr. des Polypiers foss. des terr. pal., p. 255, 1864.

L'unique exemplaire recueilli forme une masse mesurant, dans sa plus grande largeur, environ 15 centimètres. Les couches successives constituent des bourrelets espacés dont les contours, grossièrement subcirculaires, sont irréguliers. L'aspect général est celui représenté par Goldfuss (Petref. Germ. I, pl. XXVIII, fig. 1 a).

*A. suborbicularis* dont la répartition, durant le Dévonien, s'étendait à l'Europe Centrale et Septentrionale, à l'Asie, puis à l'Amérique du Nord, a été signalé également dans l'Inde (Northern Shan States).

## AULOPORIDÉS

**Aulopoca serpens** GOLDF.

Deux exemplaires recouvrent d'un réseau en surface des individus d'*Aulacophyllum Looghiense*. *A. serpens* avait, durant le Dévonien, une large répartition s'étendant de l'Europe aux États-Unis et jusqu'en Australie.

## BRACHIOPODES

## ORTHISIDÉS

**Orthis opercularis** VERN.

*Orthis opercularis* DE VERNEUIL. — MURCHISON, DE VERNEUIL et DE KEYSERLING. Géologie de la Russie d'Europe, p. 187, pl. XIII, fig. 2 a, b, 1845.

*Orthis opercularis* CH. BARROIS. Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice, p. 234, 1882.

Cinq exemplaires conformes par leur forme générale et leur ornementation à la description et à la figuration données par de Verneuil. Leur longueur mesure de 9 à 16 mm, leur largeur varie entre 11 et 18 mm.

Cette espèce se rencontre dans les couches devoniennes en Eifel, Espagne et Russie.

**Orthis (Schizophoria) striatula** SCHLOTH.

Synonymie in DAVIDSON. British Devonian Brachiopoda, p. 87, 1871.

Quatre exemplaires bivalves et deux valves ventrales, de grande taille, entièrement dégagés.

**Streptorynchus umbraculum SCHLOTH.**

Synonymie *in* DAVIDSON. British Devonian Brachiopoda, p. 76, 1871.

Trois exemplaires bivalves typiques, identiques à ceux provenant de l'Eifel figurés par Davidson (*op. cit.*, pl. XVIII, fig. 5, 5 a, 5 b).

**Strophomena rhomboidalis WAHL.**

Synonymie *in* DAVIDSON. British Devonian Brachiopoda, p. 76, 1871.

Quatre exemplaires bivalves et deux valves isolées.

**Leptæna Naranjoana VERN.**

Pl. VII, fig. 7, 7 a-c.

*Leptæna Naranjoana*, DE VERNEUIL. Note sur les fossiles dévoniens du district de Sabero (Léon). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2<sup>e</sup> sér., t. VII, p. 182, pl. IV, fig. 10 a, b, 1850.

*Strophomena Naranjoana* CH. BARROIS (*op. cit.*, p. 240).

Les échantillons du Sahara sont identiques aux types décrits et figurés par de Verneuil. Au nombre d'une dizaine, tous sont bivalves. Leur forme générale est transverse, la coquille étant plus large que longue (diam. transv. 21 mm, diam. longit. 14 mm) La valve ventrale, légèrement concave, est embrassée par la valve dorsale convexe qui est ornée, sur sa face externe, d'une dizaine de minces costules espacées à peine saillantes, se multipliant par dichotomie vers la bordure. La surface de la valve ventrale présente seulement de fines stries rayonnantes. La charnière, rectiligne et crénelée par des denticulations en séries, a son bord cardinal pourvu de tubulures ou d'épines. L'aréa est surbaissé, l'ouverture et le deltidium peu distincts. Le test nacré a sa couche superficielle criblée de fines ponctuations, tandis que la couche interne est accidentée, comme chez les Productidés, par de nombreuses granulations ou aspérités sécrétées par le manteau.

*Leptæna Naranjoana* fait partie d'un groupe particulier qui compte plusieurs espèces analogues dans le Dévonien de l'Eifel. Décrite et figurée du Dévonien des Asturies, une dizaine d'exemplaires recueillis attestent également sa présence dans le Dévonien au Sahara.

## PRODUCTIDÉS

**Chonetes plebeia SCHNUR.**

Pl. VII, fig. 8, 8 a, 8 b.

Synonymie *in* D. CĒHLERT. Note sur les *Chonetes* dévoniens de l'Ouest de la France. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3<sup>e</sup> sér., t. XI, p. 517, pl. XIV, fig. 3, 1883.

D'après le nombre des échantillons recueillis qui, par la comparaison directe que j'ai pu faire, s'identifient complètement à ceux de la région de l'Eifel et de la Mayenne, cette espèce était abondante également au Sahara durant le Méso-Dévonien.

**Chonetes tenuicosta** ŒHL.

Synonymie in D. ŒHLERT, *loc. cit.*, p. 515, pl. XIV, fig. 2, 1883.

Sept exemplaires de cette espèce, décrite du Dévonien de la Mayenne, accompagnant *Chonetes plebeia*, ont été collectés.

## ATRYPIDÉS

**Atrypa reticularis** DALMAN

Synonymie in DAVIDSON. British Devonian Brachiopoda, p. 53, pl. X, fig. 3, 4, 1871.

Douze exemplaires ; l'un d'eux, dont l'une des valves est brisée, présente les cônes spiraux de l'appareil brachial disposés verticalement. Cette espèce a été signalée à Aouinet Legra et à Terhaza par N. Menchikoff et Th. Mouod.

**Atrypa flabellata** GOLDF.

Synonymie in DAVIDSON (*op. cit.*), p. 59, pl. XI, fig. 11, 12, 1871.

Unique exemplaire bivalve (longueur 23 mm 5, largeur 20 mm, épaisseur 15 mm).

**Atrypa lens** PHILLIPS

Pl. VII, fig. 9.

Synonymie in DAVIDSON (*op. cit.*), p. 51, pl. X, fig. 1, 1871.

Très commune dans le Méso-Dévonien, cette espèce est représentée par treize exemplaires bien caractérisés.

**Atrypa aspera** SCHLOTH.

Synonymie in DAVIDSON (*op. cit.*), p. 57, pl. X, fig. 5, 8, 1871.

L'unique exemplaire collecté est bivalve et lenticulaire (longueur 11 mm, largeur 12 mm). Les côtes sont relativement peu nombreuses, assez larges, un peu squameuses comme sur l'échantillon figuré par Davidson (pl. X, fig. 6).

## SPIRIFÉRIDÉS

**Spirifer speciosus** SCHLOTH.

Synonymie in DAVIDSON (*op. cit.*), p. 29, pl. 6, 8, 1871.

Quinze exemplaires typiques, identiques à ceux décrits et figurés du Méso-Dévonien de l'Eifel.

**Spirifer Verneuili** MURCH.

Pl. VII, fig. 12.

Synonymie in Ch. BARROIS (*op. cit.*), p. 257.

Quelques exemplaires à divers stades attestent la présence de

cette espèce caractéristique et remarquable par son polymorphisme. Jacquet l'avait citée au sommet du Frasnien dans le synclinal de Tindouf à Daia-el-Aam.

**Spirifer macrorhynchus** SCHNUR.

Pl. VII, fig. 10, 10 a.

*Spirifer macrorhynchus* SCHNUR in *Palæontographica*, t. III, p. 209, pl. XXXVI, fig. 4 a, b, c, 1853.

Cette espèce assez rare, suivant Schnur, dans le calcaire dévonien de Gerolstein (Eifel), se trouve représentée par trois exemplaires typiques.

**Spirifer undiferus** ROEMER var. *undulata*

Synonymie in DAVIDSON (*op. cit.*), p. 36, pl. VII, fig. 1, 10.

L'unique exemplaire collecté s'assimile à l'échantillon représenté par Davidson (pl. VII, fig. 6) appartenant à la variété *undifera* de cette espèce polymorphe.

**Spirifer Bouchardi** MURCH.

*Spirifer Bouchardi* MURCHISON. Description de quelques-unes des coquilles fossiles les plus abondantes dans les couches dévoniennes du Bas Boulonnais. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1<sup>re</sup> sér., t. XI, p. 253, pl. II, fig. 5 a, b, c, 1840.

*Spirifer comprimatus* v. SCHLOTH. — CH. BARROIS (*op. cit.*), p. 259, 1882.

Onze exemplaires bien caractérisés prouvent l'extension au Sahara de cette espèce typique du Méso-Dévonien en France (Boulonnais), en Westphalie (Eifel) et en Espagne (Asturies).

**Spirifer curvatus** SCHLOTH.

Pl. VII, fig. 11.

Synonymie in DAVIDSON (*op. cit.*), p. 39, 1871.

Deux exemplaires. Celui qui est figuré ici s'identifie à l'échantillon de l'Eifel représenté par Schnur (*Palæontographica*, t. III, p. 208, pl. XXXVI, fig. 3 a, b). *Spirifer curvatus* est une espèce assez commune dans le Méso-Dévonien en Angleterre et en Westphalie (Eifel).

**Cyrtina heteroclita** DEFR.

Pl. VII, fig. 13, 13 a.

Synonymie in DAVIDSON (*op. cit.*), p. 48, 1871.

Deux exemplaires mesurent respectivement : échantillon A : hauteur 13 mm, largeur 12 mm, épaisseur 8 mm ; échantillon B : hauteur 8 mm, largeur 9 mm, épaisseur 4 mm. Ils sont à l'état de moules internes.

**Athyris ? compressa Sow. (Atrypa)**

Synonymie in DAVIDSON (*op. cit.*), p. 122, pl. XII, 1871.

Les exemplaires collectés, au nombre de sept, sont tous bivalves et ne permettent pas l'examen des caractères internes. Par leur forme générale et leurs dimensions, ils s'assimilent aux échantillons de cette espèce provenant du Dévonien (E. et F.) de Konieprus (Bohême) avec lesquels j'ai pu les comparer directement.

## RHYNCHONELLIDÉS

**Rhynchonella cypris D'ORB.**

*Rhynchonella cypris* D'ORBIGNY. *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle*, p. 92, n° 855, 1847.

*Rhynchonella cypris* D'ORB. — D. ŒHLERT. Etudes sur quelques Brachiopodes dévoniens. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3<sup>e</sup> sér., t. XII, p. 412, pl. XIX, fig. 1, 1 a, etc.

*Rhynchonella cypris* D'ORB. Types du Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle de d'Orbigny, t. I (Silurien-Bathonien), p. 13, pl. V, fig. 1, 6. *Annales de Paléontologie*, 1906.

Unique exemplaire de taille moyenne (hauteur 10 mm, largeur 11 mm, épaisseur des deux valves en connexion 7 mm), identique aux échantillons de la collection d'Orbigny et à ceux décrits par Œhlert provenant du Dévonien de la Mayenne.

**Rhynchonella primipilaris v. BUCH (Terebratula)**

Synonymie in DAVIDSON (*op. cit.*), p. 66, pl. XIV, fig. 4, 6, 1871.

Le seul exemplaire collecté s'assimile particulièrement, par sa forme générale, ses dimensions, les caractères de l'ornementation, à la forme du Dévonien de l'Eifel figurée par Schnur (*Dunkers und v. Meyers Palæontographica*, vol. III, p. 187, pl. XXVI, fig. 3 a, b, c).

## CRINOÏDES

D'assez nombreux fragments de tiges et articles isolés de Crinoïdes accompagnaient les Coralliaires et Brachiopodes ci-dessus énumérés. Certains fragments de tige paraissent se rapporter à *Hexacrinus* aff. *spinus* GOLDF., espèce du Dévonien de l'Eifel, également citée au même niveau stratigraphique dans l'Inde par F. R. Cowper Reed (*op. cit.*, p. 41, pl. VI, fig. 1-3). D'autres peuvent être attribués aux genres *Actinocrinus* MILL. et *Cyathocrinus* MILL.

## CONCLUSIONS

L'ensemble des Coralliaires, Brachiopodes et fragments de Crinoïdes collectés par Miles de Puygaudeau et Senones se rapporte nettement au Dévonien moyen déjà signalé par N. Menchikoff sur le bord méridional du Synclinal de Tindouf et dans le Massif

de la Guelta de Zemmour aux confins de Rio-de-Oro <sup>1</sup>. Dans les divers gisements fossilifères traversés au cours de leur itinéraire, faune et faciès sont analogues à ce qui caractérise la région classique de l'Eifel, il faut aussi noter quelques affinités avec le Dévonien de l'Amérique du Nord (New-York, Onondaga, Hamilton, Canada, Michigan, chutes de l'Ohio) et de l'Inde (Northern Shan States).

Ces formations récifales d'âge Eifélien paraissent être, dans le Sahara occidental, la prolongation méridionale géographique de certains gisements contemporains du Tafilalet (Maroc) tel que celui d'Ouihalame (fouille To-dra) récemment décrit par Mlle D. Le Maitre <sup>2</sup>.

---

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII

- FIG. 1, 1 a. — *Zaphrentis Guillieri* BARROIS. Calice et profil à un même exemplaire\*  
 FIG. 2. — *Aulacophyllum Looghiense* SCHLÜTER. Calice.  
 FIG. 3. — *Hadrophyllum Orbignyi* M.-E. et H. Calice × 2.  
 FIG. 4, 4 a, 5, 5a. — *Hadrophyllum Orbignyi* M.-E. et H. Deux autres échantillons différents. Calice et profil × 2.  
 FIG. 6. — *Heliophyllum Halli* M.-E. et H.  
 FIG. 6 a. — *Heliophyllum Halli* M.-E. et H. Intérieur du calice du même échantillon, montrant les prolongements latéraux lamellaires des cloisons × 10.  
 FIG. 7, 7 a, 7 b. — *Leptæna Naranjoana* VERNEUIL. Face dorsale, face ventrale et profil d'un même échantillon.  
 FIG. 7 c. — *Leptæna Naranjoana* VERNEUIL. Portion de surface de la valve dorsale partiellement décortiquée × 10. Même échantillon.  
 FIG. 8, 8 a, 8 b. — *Chonetes plebeia* SCHNUR. Face ventrale, face dorsale et profil d'un même échantillon.  
 FIG. 9. — *Atrypa lens* PHILLIPS.  
 FIG. 10, 10 a. — *Spirifer macrorhynchus* SCHNUR.  
 FIG. 11. — *Spirifer curvatus* SCHLOTH.  
 FIG. 12. — *Spirifer Verneული* — MURCH. Stade jeune.  
 FIG. 13, 13 a. — *Cyrtina heteroclita* DAV. Deux échantillons.

Sauf indication contraire, tous les échantillons sont figurés grandeur naturelle et font partie des collections de Paléontologie du Muséum d'Histoire Naturelle.

---

1. N. MENCHIKOFF. Recherches géologiques et morphologiques dans le Nord du Sahara occidental. *Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn.*, vol. III, fasc. 2, p. 128, 1930.

N. MENCHIKOFF. Le Dévonien des confins du Rio de Oro. *C. R. somm. Soc. Géol. de Fr.*, n<sup>os</sup> 3, 4 et 5, 1935.

2. Dorothee LE MAITRE. Observations sur la Faune de gisements dévoniens du Tafilalet (Maroc). *Bull. Soc. Géol. de France* (sér. 5), t. IX, p. 205, 1940.



# ÉTUDES SUR LES ALGUES CALCAIRES DE L'ÉOCÈNE DU COTENTIN

PAR L. et J. Morellet <sup>1</sup>.

## I. DEUX *HALIMEDA* DE L'ÉOCÈNE DU COTENTIN.

Nous avons trouvé, dans l'Éocène du Cotentin, d'assez nombreux articles d'*Halimeda* LAMX., Algue Codiacée dont on ne connaît jusqu'ici que de très rares représentants fossiles.

En raison de la variabilité de la forme des articles chez la même espèce et de l'existence chez des espèces différentes d'articles de forme semblable, les Botanistes ont été conduits à reléguer au second plan ce caractère morphologique, base de l'ancienne classification, et, dans celle qu'ils lui ont substituée, tiennent compte avant tout de détails histologiques qui nécessitent, pour être observables, la décalcification préalable de l'Algue <sup>2</sup>. C'est dire que la classification actuelle, d'ailleurs assez subtile, demeure lettre morte pour les *Halimeda* fossiles. Force est donc, en ce qui les concerne, d'avoir recours aux seules grandes lignes de la structure qui, d'ordinaire, demeurent visibles et surtout, par un retour en arrière, à la forme des articles, si mauvais que soit ce critérium.

Nous avons ainsi été amenés à reconnaître, parmi nos échantillons, la présence de deux espèces dont chacune semble appartenir à l'un des deux grands groupes entre lesquels E. S. Barton (*loc. cit.*) répartit les *Halimeda* actuels : groupe de *H. incrassata* LAMX. et groupe de *H. opuntia* (L.) LAMX.

### *Halimeda praemonilis* n. sp.

Fig. 1

Nous avons déjà signalé, décrit et figuré cette espèce en 1922 sous la simple désignation de *Halimeda* sp. <sup>3</sup>, d'après des articles plus ou moins roulés, provenant d'Hauteville (Manche). A l'époque, Julius Pia mit en doute notre détermination <sup>4</sup> ; il lui semblait difficile d'admettre que la couche corticale, absente sur nos premiers

1. Note présentée à la séance du 18 novembre 1940.

2. Voir à ce sujet : E. S. BARTON. The genus *Halimeda*, Siboga-Expeditie, Monograph LX, 1901.

3. L. et J. MORELLET. Contribution à l'étude paléontologique du genre *Halimeda* LAMX., *B. S. G. F.* (4), XXII, 1922, p. 294, pl. XII, fig. 15 à 20.

4. J. PIA. *Neues Jahrb. für Miner., Geol. u. Paläont.*, Stuttgart, 1925, II, p. 201.

matériaux, eût pu disparaître par usure, comme nous le supposions, et nos échantillons lui semblaient bien plutôt appartenés à *Gymnocodium* PIA, genre permien assez mal défini puisquc, rattaché alors aux Codiaccées (Algues vertes)<sup>1</sup>, il est maintenant classé par J. Pia dans les Chaetangiaccées (Algues rouges)<sup>2</sup>. Nous ne nous étions cependant pas trompés, car nous venons de trouver à Port-Bréhay (commune de Gourbesville, Manche), dans la couche à *Modiola Gervillei*, des articles identiques à ceux d'Hauteville, mais possédant encore, partiellement tout au moins, leur couche corticale, reconnaissable à la multiplicité et à la finesse des pores qui criblent la surface.

Nous rappellerons les caractères de l'espèce : articles cylindriques ; faisceau central composé de filaments fortement calcifiés, sensiblement parallèles, très rapprochés les uns des autres, occupant les trois quarts du diamètre et donnant naissance, presque à angle droit, aux filaments peu ramifiés de la couche subcorticale ; longueur des articles : 2,5 à 3 mm, diamètre : 0,8 à 1,2 mm.

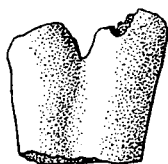


FIG. 1  
*Halimeda praemonilis*.  
n. sp.  $\times 12$

Fragment d'un article bipartite, donnant naissance à une ramification du thalle.

A côté des articles normaux en existent d'autres, d'ailleurs beaucoup plus rares, bipartites à leur extrémité supérieure (fig. 1), qui correspondent aux points de ramification du thalle.

Une nouvelle comparaison de nos échantillons avec les *Halimeda* actuels nous a confirmés dans l'opinion que l'espèce du Cotentin, bien que probablement plus petite, avait les plus grandes analogies avec *H. incrassata* LAMX. ; elle se rapproche plus particulièrement des individus que E. S. Barton (*loc. cit.*) désigne sous l'appellation de *H. incrassata forma monilis*, d'où le nom de *H. praemonilis* que nous lui donnons, sous la réserve d'ordre général que nous formulerons dans un instant.

*Gisement.* Éocène du Cotentin : Hauteville (faluns à Cérîtes, d'où proviennent les types)<sup>3</sup>, Port-Bréhay, commune de Gourbesville (couche à *Modiola Gervillei*) (coll. Morellet).

1. J. PIA, in HIRMER. *Handbuch der Paläobotanik*, Bd. 1, 1927, p. 59, Munich et Berlin.

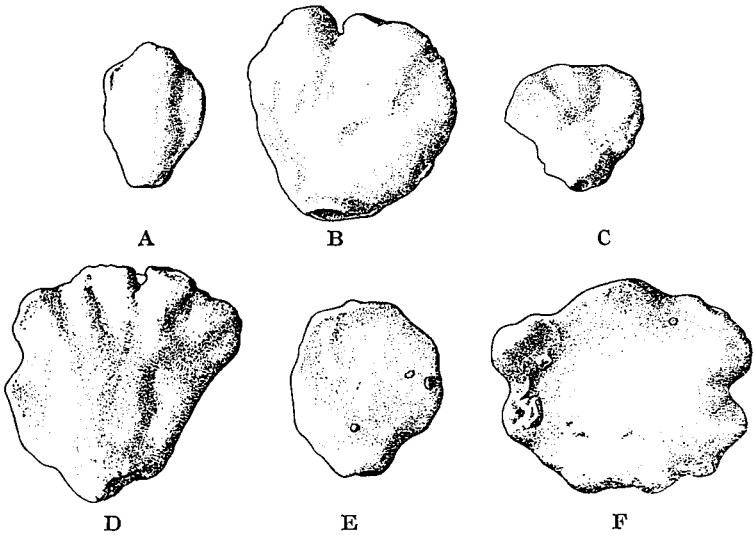
2. J. PIA. Die wichtigsten Kalkalgen des Jungpaläozoikums und ihre geologische Bedeutung, C. R. 2<sup>e</sup> Congrès pour l'avancement des études de stratigraphie carbonifère, Heerlen, 1935, Maestricht, 1937.

3. Les Faluns à Cérîtes ne sont qu'une subdivision du calcaire à Miliolites ; il n'y a donc pas contradiction entre l'indication de provenance que nous avons donnée précédemment (*loc. cit.*) et celle-ci qui ne fait que préciser la première.

*Halimeda eocaenica* n. sp.

Fig. 2

Les articles sont de forme très variable, mais toujours aplatis. Les uns, de contour sensiblement arrondi, ont l'aspect de minuscules raquettes dépourvues de manche (fig. 2 E) ; d'autres sont en éventail plus ou moins ouvert, dont le bord supérieur est simplement ondulé (fig. 2 B et C), ou découpé en larges festons curvi-

FIG. 2. — *Halimeda eocaenica* n. sp.  $\times 6$ .

lignes (fig. 2 F), ou encore vaguement lobé (fig. 2 D) ; certains, enfin, présentent une expansion aliforme (fig. 2 A) de part et d'autre d'un renflement longitudinal qui occupe, sur toute sa hauteur, la partie médiane de l'article et correspond à l'emplacement du faisceau central. Sauf dans ce dernier cas, le trajet du faisceau central et des faisceaux secondaires, s'il en existe, est à peine visible et ne se traduit extérieurement que par un faible gauchissement de la surface.

Les filaments du faisceau central et des faisceaux secondaires sont lâches, peu calcifiés et semblent flotter à l'intérieur de l'article ; ceux de la couche subcorticale se détachent des premiers sous un angle d'environ  $45^\circ$  et sont plusieurs fois ramifiés.

La hauteur des articles est de 3 à 5 mm, leur largeur de 2 à 5,5 mm et leur épaisseur moyenne de 0,5 mm.

*Gisement.* Éocène du Cotentin : Hauteville (Faluns à Cérîtes, types), Port-Bréhay, commune de Gourbesville (calcaire à *Orbitolites complanatus*) (coll. Morellet).

*H. eocaenica* est excessivement voisin de certaines formes de *H. opuntia* (L.) LAMX. (Actuel), notamment de la *forma minor* dont il se rapproche par ses articles de faibles dimensions, à surface à peine gauchie, à contour faiblement lobé et, n'était la question d'âge, il n'y aurait, à la vérité, guère de motifs pour l'ériger en espèce distincte. Cette réserve que nous avons déjà dû formuler (*loc. cit.*) à propos de *H. praeopuntia* MORELLET du Stampien de Gaas, en raison de son analogie avec *H. opuntia forma typica*, s'applique également à notre *H. praemonilis*, difficilement discernable de *H. incrassata forma monilis*, comme nous venons de le voir. Néanmoins, il y a intérêt, croyons-nous, ne serait-ce que pour fixer les idées, à séparer les *Halimeda* fossiles des *Halimeda* actuels qui semblent leur correspondre et c'est ce qui nous a décidés à leur donner des noms spécifiques.

Il y a lieu de remarquer la grande stabilité de caractères dont font montre les *Halimeda* qui se sont succédé depuis l'Éocène, peut-être même depuis le Danien<sup>1</sup>, jusqu'à l'époque actuelle. Cette stabilité n'est d'ailleurs spéciale ni à ce genre, ni aux Codiacées; elle s'observe également chez certaines Dasycladacées. C'est ainsi que, du Montien au Miocène, existent des *Cymopolia* à peu près indiscernables de *Cymopolia elongata* (DEFR.) dont le type est lutétien et qui, lui-même, est presque identique à *Cymopolia barbata* LAMX. (Actuel). Il semble donc que bon nombre de Siphonées calcaires aient spécifiquement atteint leur stade évolutif quasi-définitif à une époque relativement ancienne, ce qui, dans la majorité des cas, en fait de très mauvais fossiles stratigraphiques.

## II. RÉPARTITION DES ALGUES CALCAIRES DANS L'ÉOCÈNE DU COTENTIN.

Les Algues calcaires sont particulièrement abondantes dans l'Éocène du Cotentin, mais leur répartition est fort différente dans les diverses assises marines qui s'y succèdent et qui, rappelons-le, sont de haut en bas les suivantes :

IV. Faluns à Cérîtes d'Hauteville et de Fresville.

III. Calcaire sableux à *Modiola Gervillei* de Gourbesville (Port-Bréhay).

II. Calcaire sableux à *Orbitolites complanatus* d'Hauteville, Fresville, Gourbesville.

I. Calcaire noduleux à Échinides de Fresville et d'Orglandes, reposant sur le calcaire crétacé à *Baculites*.

1. Les matériaux (Danien du Maroc) sur lesquels a été créé *H. nana* PIA, le plus ancien représentant du genre jusqu'ici connu, sont trop sommaires pour fournir une indication précise à ce sujet.

I. Le calcaire noduleux n'a fourni jusqu'ici que des Floridées, représentées par de nombreuses Mélobésiées, dont fait d'ailleurs mention la légende de la carte géologique (Feuille de Saint-Lô), et par de rares articles de Corallinées appartenant au genre *Corallina*<sup>1</sup>.

II. Avec le calcaire sableux à *O. complanatus* les Corallinées (*Corallina*) prennent un grand développement<sup>2</sup> et, en même temps, apparaissent quelques Chlorophycées, parmi lesquelles nous citerons une Codiacee : *Halimeda eocaenica* MORELLET et deux Néoméérées : *Cymopolia elongata* (DEFR.) et *Larvaria encrinula* DEFR.

III. Le calcaire sableux à *Modiola Gervillei* renferme une flore très différente. Les Chlorophycées y dominent nettement, représentées par des Codiacees : *Ovulites margaritula* LK., *Halimeda praemonilis* MORELLET et surtout par des Dasycladacées : *Neomeris* sp. de la section *Vaginopora*, *Cymopolia elongata* (DEFR.), *Cymopolia Dollfusi* MORELLET (Néoméérées), très rares *Acicularia* sp. (Acétabulariées), *Belzungia Terquemi* MORELLET (Thyrsoporellidées).

L'association de nombreux individus du *Neomeris* sp., qui paraît propre à cette assise, et de *Belzungia Terquemi*, qui ne se trouve qu'exceptionnellement dans le n° IV, donne à cette flore un cachet tout à fait caractéristique.

IV. Dans les faluns à Cérîtes, les Chlorophycées prennent un développement encore plus considérable que dans le n° III, tant par l'abondance des individus, qui y atteignent souvent des dimensions inaccoutumées<sup>3</sup>, que par la diversité des genres et des espèces représentés. Ce sont, parmi les Codiacees : *Ovulites margaritula* LK., *Ovulites Oehlerti* MUN.-CH., *Halimeda praemonilis* MORELLET, *Halimeda eocaenica* MORELLET, et, parmi les Dasycladacées : une profusion de *Cymopolia* (*C. elongata* (DEFR.), *C. Dollfusi* MORELLET, *C. Edwardsi* MORELLET), *Larvaria limbata* DEFR., *Larvaria encrinula* DEFR., *Neomeris* (*Decaisnella*) cf. *annulata* DICKIE, *Neomeris* (*Vaginopora*) *fragilis* (DEFR.), *Neomeris* (*Vaginopora*) *arenularia* MUN.-CH., *Lemoinella Bureaui* MORELLET (Néoméérées) ; de rares échantillons de *Belzungia Terquemi* MORELLET (Thyrsoporellidées), d'*Acicularia* sp., d'*Acicularia* (*Briardina*) *Munieri* MORELLET et de *Chypeina Pezanti* MORELLET (Acétabulariées).

1. Renseignement inédit, obligeamment communiqué par Mme P. Lemoine.

2. L. et J. MORELLET. Découverte de Corallines (Algues rouges) dans le Lutétien de Chaussy (Seine-et-Oise) et dans l'Éocène du Cotentin, *C. R. somm. S. G. F.*, 1939, p. 92.

3. L. et J. MORELLET. Les Dasycladacées tertiaires de Bretagne et du Cotentin, *B. S. G. F.* (4), XVII, 1917, p. 360-372, pl. XIV.

Cette analyse fait ressortir la disparition progressive des Floridées à mesure que l'on s'élève dans la série et le développement de plus en plus grand pris au contraire par les Chlorophycées. La profondeur de la mer n'a donc cessé de diminuer au cours du dépôt des formations éocènes dans le Cotentin, alors que, pour Vieillard et Dollfus <sup>1</sup>, elle passait par un maximum (60 mètres) avec les couches n° II (calcaire sableux à *O. complanatus*). Indiquer des chiffres précis, comme l'ont fait ces auteurs, nécessiterait une connaissance plus approfondie que celle que nous avons actuellement de l'*habitat réel* des Algues actuelles ; trop souvent, en effet, les renseignements fournis à ce sujet sont basés sur la rencontre fortuite d'un individu ou d'un fragment qui a pu avoir été entraîné loin de son point de fixation, vers le large comme vers le rivage. Nous nous contenterons donc de dire que le n° I correspond à la zone des Mélobésiées, le n° II à la zone des Corallinées, les n°s III et IV à la zone des Algues vertes.

Bien que littorales, ces dernières assises semblent s'être déposées dans un milieu franchement marin ; on n'y rencontre, en effet, que de très rares débris d'*Acicularia* et de *Clypeina*, genres dont les représentants habitent de préférence les eaux saumâtres. Cette opinion trouve d'ailleurs une confirmation dans le fait que le n° IV en particulier renferme de nombreux Brachiopodes (*Terebratula*, *Terebratulina*, *Cistella*, etc.), une profusion de Bryozoaires et des Comatules dont la présence n'avait pas encore été signalée jusqu'ici dans l'Éocène du Cotentin.

---

1. E. VIEILLARD et G. F. DOLLFUS. Étude géologique des terrains crétacés et tertiaires du Cotentin, *B. S. Linn. Normandie* (2), IX, 1875, p. 5-181.

# RECHERCHES STRATIGRAPHIQUES SUR LE PLIOCÈNE ET LE QUATERNAIRE DU LEVANT

PAR Jacques Bourcart <sup>1</sup>.

## HISTORIQUE.

Si l'on se place au strict point de vue de la stratigraphie, en négligeant les travaux de pure archéologie préhistorique, il n'y a presque rien à citer comme travaux sur le Quaternaire du Levant. Le P. Zumoffen, dans son ouvrage capital « Géologie du Liban » (1916) signale quelques conglomérats très fortement cimentés ; les uns sont certainement marins, les autres plutôt fluviatiles ; en fait, ils ont à peu près la même nature pétrographique : sur le sommet de la colline de Beyrouth (Dimitri + 70), de part et d'autre de la vallée du Nahr Beyrouth (fluvia), au Ras el Kelb (+ 70, sans fossiles), à Djounieh, Mammeltein (+ 25), sous le Sahel Alma (+ 80, avec un Echinide). Les grès ou *ramleh* de Djébaïl (Byblos) et de Batroun sont simplement mentionnés sans indiquer s'ils ont un rapport avec ces conglomérats, ainsi que ceux qui forment le littoral entre Chekka et Enfeh ou à Tripoli. Les grès de Beyrouth sont recouverts de sables fins, cohérents, rouges, puis de dunes mobiles.

MM. L. Dubertret, A. Keller et H. Vautrin <sup>2</sup> décrivent le Pliocène et le Quaternaire (?) de la région de Lattaquié. Le premier fait suivre ce Mémoire d'une étude de seconde main sur la série pliocène et quaternaire de Palestine.

En 1932, le P. Bergy donne, dans les *Mélanges de l'Université Saint-Joseph*, un Mémoire fondamental sur « le Paléozoïque stratifié de Ras Beyrouth ». Malheureusement, les observations très précises qu'a faites ce savant, sont enrobées, en grand désordre, dans des considérations générales dont le moins qu'on en peut dire est qu'elles paraîtront étranges à la plupart des géologues ou préhistoriens. C'est peut-être la raison pour laquelle, les uns et les autres, à la seule exception de R. Vaufrey qui a d'emblée reconnu toute l'importance de ce travail, l'ont obstinément passé sous silence.

On peut résumer ainsi la stratigraphie qu'il reconnaît à Beyrouth :

La grande étendue de *ramleh* qui débute au Sud de la Grotte aux Pigeons, et dont j'avais décrit des échantillons en 1931, sont des grès *dunaires*. Deux chaînes de dunes fossiles s'étendent largement

1. Note présentée à la séance du 2 décembre 1940.

2. *Notes et Mémoires de la Section géologique du Haut Commissariat de la R. F.*, I, p. 92-110, 1937 (cités N. M. H. C. F.).

vers le Sud. Au Nord, elles viennent s'appuyer sur le Crétacé de la colline de Beyrouth. Elles ont été, de toute antiquité, exploitées pour la construction de la ville. Le grain du sable est plus gros que celui des dunes mobiles ; les *Helix* fossiles y sont très nombreux. L'auteur suppose que cette chaîne de dunes date d'un stade de régression de la mer où le littoral se trouvait à 1.500 ou 2.000 m du littoral actuel. Sous la dune externe, à la plage Saint-Elie, apparaît un banc de grès avec coquillages marins, conglomérat coquillier et « d'indiscutables instruments de silex » de « type moustiérien ». Les conditions de gisement amènent pourtant l'auteur à supposer que cet outillage est beaucoup plus ancien que le Moustiérien. Il est figuré sur les Planches XV et XVI du Mémoire.

Les grès dunaires sont recouverts de limons rouges (qualifiés de glaciaires (!) par le P. Bergy) ; à la base, il a recueilli une industrie assez fruste qu'il appelle *chelléenne* ; à la surface, sous les dunes mobiles, des outillages *mésolithiques* ou *néolithiques* sont épars.

En plusieurs points, le P. Bergy a noté, entre les dunes consolidées et les limons rouges, un « tuf » calcaire (lire croûte d'exsiccation) qui contiendrait une industrie *acheuléenne*.

M. L. Dubertret, le 6 mai 1940, a résumé, devant notre Société, afin de prendre date avant que j'aborde sa révision, ses propres observations sur le Quaternaire de Beyrouth : il y reconnaît : 1° une dune inférieure fixée et claire dont les matériaux sont marins ; l'enduit de calcite ou de dolomite des grains, la structure en voûte prouveraient, d'après l'examen des plaques par M. A. Michel-Lévy, l'origine dunaire du sable ; 2° un sol sableux « d'un rouge violacé intense » à *Helix* et *Cyclostoma Olivieri* Sow., avec rares silex moustiériens. Il attribue l'importante teneur en fer de ce sol à des apports éoliens lointains ; 3° des dunes supérieures, à peine cimentées, et des dunes mobiles.

Il semble que, dans cette Note, il n'y ait rien de bien nouveau par rapport aux faits exposés dans le Mémoire du P. Bergy.

Le Pliocène, à l'exception de mentions éparses dont on trouvera la liste dans le Mémoire de Dubertret-Keller-Vautrin, a fait l'objet d'une partie du célèbre travail de Max Blanckenhorn, dont la valeur actuelle reste considérable. M. Dubertret et ses collaborateurs (*op. cit.*, p. 207) ont décrit la stratigraphie et les faunes de celui de Lattaquié, A. Keller, de celui de Tripoli. Enfin, L. Dubertret est revenu dans plusieurs Notes sur le Pliocène d'Antioche et de l'Oronte ou sur celui de Tripoli. On peut dire que sa stratigraphie, sa discrimination d'avec le Vindobonien sur lequel il est toujours discordant (comme dans toute la Méditerranée), sont l'œuvre propre de M. Dubertret et de ses collaborateurs. Dans le Tome III des mêmes Mémoires, M. F. Roman reprend l'étude de la faune. Ce dernier travail est accompagné d'une carte qui met au point nos dernières connaissances sur ce terrain. Elle est l'œuvre de L. Dubertret.



L'importance des conclusions du P. Bergy ne m'avait pas échappé dès leur parution. Des circonstances accidentelles m'ayant amené à faire un long séjour à Beyrouth, je résolus d'augmenter la connaissance plutôt succincte que j'avais de ces affleurements afin de les comparer à ceux de la Méditerranée occidentale que j'avais déjà décrits dans de nombreuses Notes. J'ai donc profité de mes moments de liberté, grâce à l'aide précieuse de mon camarade A. Birembaut, chef de section au Haut-Commissariat, pour étudier les affleurements de la côte phénicienne, de la frontière palestinienne à Tripoli. Une étude hydrologique du Sahel Alaouïte, commandée également par les circonstances, m'a permis de définir ceux de la côte de part et d'autre de Lattaquié.

J'examinerai successivement le Quaternaire de Beyrouth et de la côte phénicienne (Sidon et Tyr) que personne n'a jamais décrit, puis celui de la côte entre Beyrouth et Tripoli, enfin le Pliocène et le Quaternaire du Sahel Alaouïte, entre le Nahr El Kébir du Sud, frontière de l'Etat Alaouïte, et la région du Bassit.

#### QUATERNAIRE DE BEYROUTH.

La ville de Beyrouth est assise sur une colline double, de près de 100 m d'altitude. La partie occidentale est cénomanienne, la partie orientale vindobonienne. Le *ramleh* quaternaire s'appuie sur le Cénomaniens qui plonge vers le SSE et qui est arasé suivant une surface presque structurale. Il est bien possible, si l'on joint entre elles toutes les taches de conglomérats — qui sont les restes de la base du *ramleh* — que celui-ci ait recouvert toute la colline. Celle-ci est très probablement entièrement entourée par des argiles grises qui n'affleurent que dans les puits. M. Dubertret les assimile, avec raison, au Pliocène ancien ; elles ont peut-être aussi recouvert toute la colline qui ne se serait dégagée que grâce à l'orogénèse du Pliocène supérieur. L'orientation W-E de ce relief, aberrant par rapport au Liban, son rebord septentrional extrêmement abrupt font penser qu'il doit son existence à la grande faille qui coupe le Liban à cette hauteur.

Après le soulèvement villafranchien, le relief de la colline se serait à nouveau effacé, permettant aux dunes quaternaires, à la nappe de cailloutis qui forme sa base, et aux limons rouges, de la recouvrir à nouveau. Ce ne serait qu'à la fin de la grande période de régression et d'orogénèse que j'ai appelée le *Grimaldien* <sup>1</sup> qu'elle aurait à nouveau fait saillie dans la plaine littorale. Il y a, dans tout le Levant, d'innombrables indications d'un soulèvement datant de cette époque tardive. Depuis la note classique de R. Vaufrey,

1. La marge continentale : Essai sur les régressions et transgressions marines. *B. S. G. F.* (5), VIII, p. 393-474, 1938.

les preuves d'une phase orogénique « acheuléo-moustérienne » se multiplient dans les pays circum-méditerranéens.

Si l'on suit la route en corniche qui mène au delà de Ras Beyrouth, on voit d'abord des lambeaux de *ramleh* dunaire reposer sur la surface d'abrasion du Cénomaniens. Il y remplit des poches et des cavités et devient de plus en plus continu, en prenant plus de puissance, vers le Sud, c'est-à-dire vers la plaine. Dans celle-ci, le *ramleh* forme deux chaînes de dunes parallèles qui se poursuivent jusqu'à Nébi Aouzaï. Au moment où cesse la côte rocheuse, très découpée, et où commence la côte sableuse, rectiligne, une petite piste carrossable se détache de la route pour gagner la plage Saint-Élie. Elle longe alors un escarpement de *ramleh* que le P. Bergy a figuré dans la planche XIV de son Mémoire. La coupe, extrêmement fraîche, est la suivante : de bas en haut (fig. 1) :

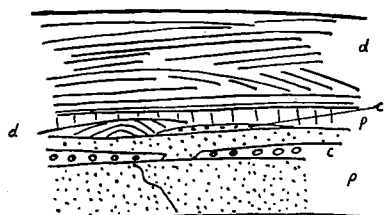


FIG. 1.  
Coupe de la falaise  
à la piste de la Plage St-Élie.

p Grès de plage tyrrhéniens.  
c Conglomérat à coquilles marines.  
d Grès dunaires (*ramleh*).

- a. — Grès très dur, coquillier, avec notamment de nombreux *Donax* ..... 50 cm  
 b. — Grès dunaires plus tendres, à stratification tronquée 5 cm  
 c. — Conglomérat à éléments surtout cénomaniens avec coquilles marines (cordon littoral), quelques *Helix* et silex taillés ... 50 cm  
 Des lentilles de sables coquilliers recouvrent par place le conglomérat (réurrences marines).  
 d. — Grès dunaires plus tendres, à stratification tronquée, nombreuses tubulures de calcaire blanc (remplissages de cavités de racines) avec *Helix*, *Cyclostoma*.

Les grès du niveau *d* sont recouverts, à la partie supérieure très durcie, d'une croûte calcaire d'exsiccation, polygonée. Ils sont, en outre, creusés de nombreux puits de dissolution. Ceux-ci, et les fentes, sont remplis de limons rouges. La surface des grès dunaires est toujours fortement lapiésée, sauf quand ils constituent les intervalles interdunaires, un calcaire blanc lacustre les recouvre alors.

La présence, dans un cordon littoral, d'un outillage à facies « levalloisien », constitue la belle et indiscutable découverte du P. Bergy. Elle soulève pourtant un problème ardu. Si, en effet, l'outillage qu'il a figuré comme provenant de la base des limons rouges (séparés par un grand intervalle de temps du *ramleh* sous-jacent, puisqu'il faut placer entre les deux tout un intervalle pendant lequel se sont faits les lapiés du *ramleh*) est sans grande signification

au point de vue typologique, partout où l'on a trouvé des gisements importants de faune ou d'industrie *moustérienne*, cela a été à la base des limons rouges (Antélias, Mont Carmel) et l'on peut aller de Beyrouth à ces deux localités sans perdre le contact *ramleh*-limons rouges.

La coupe de Saint-Élie est identique à celle que Miss Garrod et Miss Gardner ont donnée du Carmel :

4. Dune récente.
3. Limons sablonneux rouges à outillage *moustérien*.
2. Grès calcaires (= *ramleh*).
1. Marnes argileuses (Plaisancien).

D'un bout à l'autre de la côte du Levant, du Sinaï à la frontière turque, on peut constamment observer la même succession.

De nouvelles recherches par des préhistoriens doivent donc être entreprises dans la région de Beyrouth, et porter essentiellement sur le cordon littoral, le seul daté avec certitude. Actuellement, la seule explication possible est qu'une industrie de facies levallaisien aurait existé au Levant, bien antérieurement à ce qu'il en est en Europe occidentale.

Au delà des chaînes dunaires littorales se trouve la grande plaine de limons rouges, soit plantée d'oliviers, soit occupée par des dunes mobiles roses<sup>1</sup>. Entre les mailles du réseau de dunes, on voit affleurer le sol rouge, souvent jonché de silex taillés mésolithiques ou néolithiques.

Les chaînes de dunes fossiles sont entaillées par de nombreuses carrières. Celles-ci offrent parfois des coupes où l'on peut observer, sur le grès dunaire normal, et séparé par des intercalations de limons ou de conglomérat à ciment rouge, un grès dunaire plus fin, moins poreux, où les coquilles d'*Helia* ou de *Cyclostoma* ont gardé leur test. Il semble que l'on se trouve en présence de deux *ramleh* superposés, séparés par un intervalle de temps variable, le premier faisant corps avec la plage ou la grève marine, le second reposant sur des limons rouges.

Les limons rouges débutent en général par un cailloutis ou, au moins, par un niveau plus sableux avec des éléments roulés empruntés au *ramleh* inférieur ; ils ont 8 à 10 m d'épaisseur. Leur extension dépasse très largement celle des dunes fossiles ; ils atteignent le pied du Liban où, manifestement, ils recouvraient autrefois de belles surfaces en pentes, très fragmentées par le ravinement actuel. On retrouve des entonnoirs de dissolution, pleins de limons rouges, jusque sur le sommet de la colline de Beyrouth, près du Patriarcat arménien.

Les limons rouges contiennent, partout où il a été possible d'y

1. Rose, par suite du mélange de grains de quartz et surtout de calcaire blanc provenant du *ramleh* et de grains rouges du limon.

faire des fouilles, au moins à la base, une faune de caractère chaud. À la partie supérieure, notamment aux fouilles américaines d'Antélias, au Nord de Beyrouth, ils sont recouverts par une très épaisse série de *brèches aurignaciennes* qui indique un important changement de climat. L'idée, au moins étrange, de faire de ces limons une formation glaciaire est contredite par leur nature géochimique, caractérisée par une richesse en fer qui les rapproche des *terra rossa*. Ce ne sont pas pourtant des formations de dissolution, car les poussières ou grains calcaires y sont fréquents, notamment les Foraminifères du *ramleh*. Rien n'indique non plus une origine éolienne. Ce sont simplement des limons de pente, rassemblés au pied des montagnes par le ruissellement. Leur cailloutis de base qui contient souvent des grès du Crétacé inférieur, des basaltes et des éléments jurassiques, montre qu'ils correspondent à une érosion intense du Liban, s'exerçant sur un relief déjà accentué. Le cailloutis de base du *ramleh* inférieur a, par contre, un caractère local.

Si la plaine, entre Beyrouth et Choueifat, sous les limons rouges, est formée d'argiles plaisanciennes, çà et là, il doit y exister, pourtant, une certaine épaisseur de *ramleh*. Celui-ci, à Choueifat, atteint les pentes du Liban sur lesquelles il s'adosse, remontant au-dessus de cette ville. Le conglomérat de base y atteint la cote + 70 environ.

Séparée par une certaine étendue du Cénomaniens de la plaine au Sud de Beyrouth, *ramleh* et limons rouges réapparaissent dans la petite plaine de Damour à l'embouchure du Nahr Damour. Le conglomérat de base du *ramleh* pénètre assez profondément dans la rivière et, en ce point, les grès dunaires passent à des grès *psammitiques*, stratifiés, indiquant l'existence d'un étang dû au barrage par le cordon littoral contemporain. Jusqu'au Nahr Barouk, la côte est de nouveau rocheuse, formée de Cénomaniens, puis de Sénoniens. La plaine de Damour est bordée le long du rivage par une grève de galets très bien roulés et de nature pétrographique très variée : calcaires cénomaniens et jurassiques, grès ou minerais de fer du Crétacé inférieur, calcaires silicifiés à Nummulites (qui n'affleurent pas sur ces pentes, enfin calcaires à grains très fins glauconieux, perforés par les Mollusques lithophages, qui semblent arrachés à une formation quaternaire sous-marine. De très nombreux galets de *ramleh* (plage ou dune) portent des serpules ou d'autres animaux encroûtants. Il semble que les galets de cette grève soient arrachés par la mer à un cordon littoral submergé, analogue à celui de la côte du Golfe de Gascogne, lui-même formé d'éléments fluviaux rassemblés par la mer<sup>1</sup>.

(1) Tout le long de la côte du Levant, les galets des grèves proviennent soit du remaniement des brèches (surtout aurignaciennes), soit des cordons littoraux moustériens. L'érosion marine actuelle ne fabrique pas de galets. Quant au sable des plages, il provient toujours de la destruction du *ramleh*, comme celui des dunes.

A partir du Nahr Barouk, la côte est de nouveau formée de *ramleh*, à de rares interruptions aux pointes qui sont de calcaires éocènes et, ceci, jusqu'à la montagne WSW-ENE, cénomanienne, qui forme une grande avancée avant Nakoura (frontière palestinienne). Non seulement, le littoral est taillé dans la dune fossile qui repose sur des grès de plage, mais même les îles au large de Saïda (Sidon), l'île, rattachée par un tombolo récent, de Sour (Tyr) et tous les écueils du voisinage. Les îlots au large de Tyr et de Sidon sont faits *uniquement de dune*, le contact avec la plage est ici sous-marin.

La disposition est à peu près la même qu'à Beyrouth : un *sahel* formé de *ramleh*, puis un *couloir* de limons rouges, cultivé en vergers, enfin, les pentes du Liban.

A hauteur de la pointe de Nakoura, la plage de base du *ramleh* remonte sur les calcaires jusqu'à atteindre + 12 mètres ; elle est alors très riche en galets roulés. Cette observation nous montre (et elle peut se faire presque tout le long de la côte) : 1° que les pointes existaient avant le dépôt du *ramleh* qui comble toujours des baies ; 2° que ces pointes se sont surélevées depuis ce dépôt.

Un calcaire lacustre très dur apparaît en plein *sahel*, à la source, aménagée depuis l'Antiquité, de Ras el Aïn. Il semble correspondre ici aussi à un intervalle interdunaire.

Il faut, en outre, signaler que, depuis l'époque phénicienne, toute cette partie de la côte est en recul et, probablement, en voie de lent affaissement, ce que montre la destruction des habitations de cette époque.

En Palestine, après la pointe de Nakoura, et surtout après le Carmel, le plan de la zone côtière est celui de la côte phénicienne avec de plus grandes proportions : un *sahel* de dunes fossiles qui atteignent des altitudes élevées ; un couloir limoneux, actuellement très cultivé, dont le sous-sol est, en général, formé d'argiles ou de marnes plaisanciennes ; enfin, les pentes de la montagne, Cette disposition, qui soulève de curieux problèmes, est aussi celle de la côte marocaine de Mazagan à Mogador.

L'étude de la côte phénicienne nous suggère les réflexions suivantes qui peuvent s'appliquer à toute la côte du Levant :

1° A l'époque du *ramleh*, la côte était *basse* et *plate*, le cailloutis de base des dunes n'est pas plus important que les grèves de galets actuelles ; comme elles, il provient du remaniement par la mer d'anciens cailloutis fluviaux datant d'une régression antérieure.

2° Le tracé de la côte, à l'époque du *ramleh*, est à peu près parallèle au tracé actuel, sauf que, parfois, les baies ne sont pas complètement dégagées. Les avancées ou pointes existaient déjà à cette époque ; mais, dans l'ensemble, la côte était à l'intérieur du tracé actuel.

3° Si la plage du *ramleh* est transgressive, les dunes qui lui

succèdent représentent le début d'une phase de retrait, comme le montre leur extension vers le large, dans les îles.

4° Une flexure continentale s'est manifestée, limitant le soulèvement de l'ancienne surface de base près de la montagne, et son abaissement près de la mer. Le soulèvement atteint, sur la côte phénicienne, au moins 70 m (au-dessus du 0 actuel), il est impossible de chiffrer l'abaissement qui doit être équivalent.

5° Il n'existe aucun littoral de l'époque des limons rouges ; ceux-ci se sont étendus sur toutes les îles où ils recouvrent un ancien karst. La période moustérienne (s. l.) et le Paléolithique supérieur correspondent, comme au Maroc et en Algérie, et en Italie, à une grande régression. D'autre part, à ce moment, le Liban était puissamment érodé et présentait donc un vigoureux relief.

6° La mer est revenue au voisinage du littoral actuel, à une époque très récente (Néolithique ou début de la protohistoire). Cette transgression ne s'est pas faite par inondation, mais par migration de la flexure continentale.

7° On ne saurait remarquer que cette alternance : transgression au début du Paléolithique, formation de longues chaînes de dunes au cours d'un lent retrait de la mer, maximum de régression correspondant à une importante érosion (et donc culmination), avec dépôt de limons riches en fer, transgression récente, reproduit le tableau que nous avons esquissé pour les vicissitudes du littoral de la Mauritanie, du Portugal et de l'Algérie-Tunisie, ou celui que A.-C. Blanc a donné de l'histoire de l'Agro Pontino ou de la Basse Versilia. La plage de base et le *ramleh* dunaire seraient donc *tyrrhéniens* et les limons rouges *grimaldiens* en suivant la nomenclature que j'ai proposée ici même<sup>1</sup>.

Une dernière conclusion me semble s'imposer : non seulement la côte était basse et plate au Tyrrhénien, mais même le relief du Liban, exalté au Pliocène supérieur, était peu marqué. Il redevient vigoureux à partir du Moustérien, avec un maximum, probablement à la fin du Paléolithique (brèche aurignacienne). Ces variations dans le relief peuvent peut-être permettre de s'expliquer un des traits extraordinaires de l'hydrographie du Levant, sur lequel on a peu insisté jusqu'ici : le trajet du Litani. Ce fleuve, opposé par le sommet à l'Oronte, coule d'abord, avec une très faible pente, entre Liban et Antiliban, dans la Békâ, plate et limoneuse, marécageuse ensuite, puis il parcourt une gorge à méandres encaissés dans la terminaison périclinale, en cuiller, de ce synclinal, le Djebel ed Dahr nummulitique, jusqu'au droit de Merdjaïoun. Mais là, au lieu de continuer vers le fossé du Jourdain, niveau de base très proche, il tourne droit au Château de Beaufort et traverse, en gorge épigénique, le Liban. Des recherches dans la

1. *Op. cit.* p. 209.

Bekâ nous ont montré que, sur le Pliocène, se trouvent d'épais calcaires lacustres, quaternaires, puis des limons rouges. Le creusement épigénique ne peut donc s'être fait qu'à une époque postérieure aux calcaires lacustres. Il indique, en outre, une surrection contemporaine de la chaîne. Il semble qu'il en est de même pour la colline de Beyrouth. Mais là, il nous faudrait admettre un rejeu des failles transversales.

Ne serait-il pas possible d'expliquer par un mécanisme analogue la remise en valeur des pointes qui limitent les baies où s'est conservé le *ramleh* ? Ces pointes doivent probablement toutes leur existence à des failles perpendiculaires à la côte. Nous avons vu que la plage tyrrhénienne se relève légèrement contre les pointes. Sous l'effet d'une poussée venant du Nord, ces divers compartiments auraient joué les uns par rapport aux autres.

Un autre trait morphologique remarquable est l'existence, au pied de la montagne, d'un large couloir, souvent marécageux, actuellement remarquablement cultivé. Ce trait indiqué en Phénicie, est la caractéristique même du pays palestinien ou de la Philistie. Le couloir est séparé de la mer par un *sahel*, en général formé de dunes tyrrhéniennes, sec et pierreux. La limite entre le couloir et le sahel est une *cuesta* typique. Néanmoins, l'étude de l'hydrographie et des remplissages quaternaires meubles du sillon (qui, en général, repose sur du Pliocène), nous suggère, comme au Maroc, une déformation synclinale actuelle de celui-ci. Outre la flexure de piémont et la flexure continentale, il existerait donc une flexure séparant le couloir synclinal du sahel anticlinal.

#### LE QUATERNAIRE ENTRE BEYROUTH ET LE NAHR EL KÉBIR DU SUD (TRIPOLI)

Les sédiments actuels — et surtout les constructions — cachent, en partie, les formations quaternaires de la côte de Beyrouth au Nahr el Kelb : sur un substratum vindobonien, il existe, peut-être, des argiles pliocènes et du *ramleh*. La pointe calcaire miocène du Ras el Kelb oppose un premier obstacle, célèbre, que doit contourner la route de Tripoli. La profonde gorge du Nahr el Kelb montre que ce promontoire a été récemment soulevé. Rappelons que le P. Zumoffen y a signalé des galets quaternaires à + 70 m. Au delà de la pointe, ceux-ci sont, à la cote + 25, recouverts de *ramleh*. Il y a peu de chose à dire de la baie de Djounié ; toutes les formations quaternaires y sont cachées par une brèche d'éboulis à ciment rouge, déjà signalée par Botta en 1830, de même âge que celle d'Antélias (Aurignacien). Le conglomérat marin se retrouve à l'extrémité nord de la baie, près de Mammeltein, à la cote + 80. De Djounié, au début de la baie de Djébaïl (Byblos), la côte est de nouveau rocheuse, cénomaniennne. Au NW de Ghazir, le P. Zumof-

fen avait déjà signalé « des sables et graviers cimentés qui remplissent les cavités des roches ou sont soudés dans les anfractuosités » (+ 70 m). Mais c'est 10 km avant Djébaïl que commence le *ramleh*, à +15 environ. Il débute par une plage fossile où abondent les Gastéropodes (*Conus*, *Purpura*, *Murex*, *Patella*) qui recouvre une très belle surface d'abrasion, taillée dans le Cénomaniens. La plage plonge rapidement vers le Nord et toute la côte, jusqu'à la pointe septentrionale au delà de Djébaïl, est faite de *ramleh*. L'affleurement de ces grès est semi-circulaire; il remplit toute la petite plaine, plantée d'oliviers; vers la montagne, il forme de petites collines dont la base atteint + 80 m.

Le long du littoral, les grès de plage passent à des grès dunaires à stratification tronquée qui sont finalement recouverts par un limon rouge. Une nouvelle dune fossile, à grains un peu plus fins, plus réguliers, recouvre ce limon. Dans le ravin avant Djébaïl, la superposition des deux dunes est très visible; elle se fait, là, par l'intermédiaire d'un cailloutis à éléments très bien roulés, empâtés dans du limon rouge (fig. 2).



FIG. 2. — Coupe longitudinale des falaises au Sud de Djébaïl (Byblos).

- C Calcaires cénomaniens et surface d'abrasion.
- Q<sup>1</sup> p Grès de plage tyrrhéniens.
- Q<sup>1</sup> d Grès dunaires (*ramleh*) tyrrhéniens et surface lapiésée.
- l Limons rouges et cailloutis (Moustiérien).
- Q<sup>2</sup> d Grès dunaires moustiériens.
- Cr Brèche à ossements (Aurignacien).

Les dunes fossiles, qui constituent le substratum de la ville de Djébaïl et des ruines de Byblos, sont formées de ce second *ramleh*. Le limon rouge sous-jacent affleure à la mer et à la base des écueils. Les pilleurs de tombes qui ont violé les grandes sépultures de Byblos avaient creusé des tunnels dans ce limon pour atteindre les trésors qu'ils convoitaient.

La seconde dune est faite des mêmes éléments (calcaire, grains d'olivine, quartz rare) que la première, mais ils sont plus fins et mieux roulés; les *Helix*, nombreux, y ont gardé leur test.

De Djébaïl à Batroun, la côte est de nouveau rocheuse et cénomaniennne.

La disposition des terrains, dans l'échancrure de Batroun, reproduit celle de Djéblé : dune ancienne avec sa plage de base, enserrant la demi-conque, dune plus récente sur limon rouge, qui forme le sous-sol de la ville, transgressive et discordante sur la première. A la sortie nord de Batroun, la route actuelle escalade une barre, formée de Miocène calcaire blanc à la base, de dune fossile à la



partie supérieure; mais l'ancienne piste contourne cette barre, passant par un étroit couloir de limons rouges qui la sépare d'une petite élévation en bord de mer, entaillée de carrières et qui est, elle, formée de la seconde dune.

La coupe est ici très belle (fig. 3). On remarquera qu'elle est identique à celle de Témara près de Rabat.

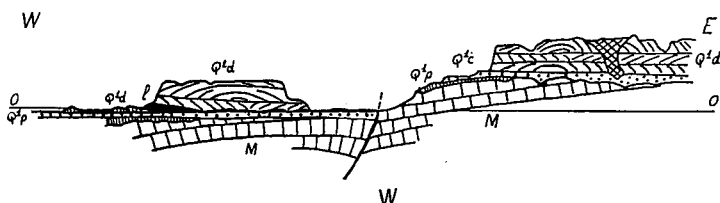


FIG. 3. — Coupe transversale de la côte au Nord de Djebaïl (Byblos), par la piste ancienne Beyrouth-Tripoli.

- Q<sup>1</sup> p Grès de plage tyrrhéniens.  
 Q<sup>1</sup> c Conglomérat de base.  
 Q<sup>1</sup> d Grès dunaires (*ramleh*) tyrrhéniens et surface lapiésée.  
 l Limons rouges et cailloutis (Moustiérien).  
 Q<sup>2</sup> d Grès dunaires moustiériens.  
 M Miocène (calcaires vindoboniens blancs).

A droite de la figure, puits de dissolution dans Q<sup>1</sup> d, rempli de brèche à ossements avec silex moustiériens.

On peut faire ici une observation importante : le limon rouge de base de la dune 2 contient des cailloux roulés de la dune 1. Il n'est pas rare d'en trouver dans la masse même de la dune 2.

La surface d'érosion qui entaille la dune 1, ou sa plage de base, et qui porte divers placages de la dune 2, se continue jusqu'à la pointe de Ras Chekka, entièrement formée de Miocène sur ce versant. Comme à Nakoura, la plage remonte un peu contre les calcaires miocènes. On sait que cette colline, allongée de l'Est vers l'Ouest et que la route actuelle a dû franchir en tunnel, est formée de Sénonien sur sa face nord, recouvert en discordance par le Miocène. Celui-ci est entaillé par une très belle surface d'érosion qui ne peut donc dater que du Pliocène.

De l'autre côté de la pointe, le *ramleh* reprend dans la baie de Chekka, dès la localité de ce nom. La coupe, plus au Nord, à Enfeh (fig. 4), reproduit celle de Batroun. Le Miocène forme ensuite



FIG. 4. — Coupe transversale (W.-E.) à Enfeh, à gauche et à droite de la route de Tripoli.

- Q<sup>1</sup> d Grès dunaires (*ramleh*) tyrrhéniens et surface lapiésée.  
 Q<sup>2</sup> d Grès dunaires moustiériens.  
 M Miocène (calcaires vindoboniens blancs).

la côte jusqu'à Tripoli, jusqu'à la racine de la pointe d'El Mina où réapparaît le *ramleh*.

*Région de Tripoli.* — La région littorale est ici très différente : au pied du Liban, séparé d'elle par une flexure marginale, s'étend un large couloir couvert de sols rouges qui masquent, comme l'a montré M. Dubertret des argiles plaisanciennes (voir la très belle carte donnée par cet auteur dans le Mémoire de F. Roman. (*N. M. M. H. C. F.*, III, p. 385.)

Une ride de collines, Djebel Kella au Sud, Djebel Terbol au Nord, sépare ce couloir du littoral. Les pendages, marqués sur la carte de M. Dubertret pour le Plaisancien, montrent que la surrection de cette ride, qui est un anticlinal de Vindobonien, est postérieure au Plaisancien. Une flexure NNE-SSW la sépare d'un couloir planté en oliviers et en partie occupé par la basse ville de Tripoli. Au delà, se trouvent les débris d'un sahel formé de *ramleh* : la pointe d'El Mina. D'autres lambeaux existent plus au Nord, comme la colline de cote + 37 en face de Dir Anas. Mais le trait le plus remarquable de la région est un véritable archipel d'îles, d'îlots et d'écueils qui prolonge la côte NNW-SSE d'El Mina. Les îles Taoulin, Bella, Medasura, Remale, Rankas, Taouile, Tarès rattachées à la terre par la courbe — 10 et de nombreux plateaux de cette côte, sont formées de *ramleh dunaire*, et probablement de *ramleh 2*. Les îles Ramkine, du Palmier et Sanane sont faites de Vindobonien avec une faible couverture de *ramleh 1*. Elles semblent faire partie d'un pli parallèle au Djebel Terbol. Une grande flexure NNW-SSE sépare cet archipel, et le plateau de — 40 qui le porte, de la grande baie d'Akkar.

Une chaîne plissée précède donc, dans cette région, le Liban. On peut lui donner le nom de Préliban. Un système de flexures, parallèles au pied du Liban, la fragmente en marches successives ; des failles ou flexures parallèles à la côte alaouïte l'ont également découpée. Les unes et les autres sont postérieures au *ramleh 2*.

La pointe d'El Mina offre une coupe du même type que celle de Batroun. Sur une plateforme d'érosion, très lapiésée, coupée de canaux rectilignes et formée de la dune n° 1, s'élève une dizaine de mètres de *ramleh 2* qui forme falaise ou quelques écueils. Les deux dunes sont séparées par une bande très nette de limons rouges qui pénètre dans les lapiés.

Au Nord de Tripoli, des traces de *ramleh 1* (plage et dune) se montrent depuis la cote 37 jusqu'à environ la hauteur de Minieh. Puis, seules, des alluvions très récentes forment la côte, jusqu'à ce que le *ramleh* dunaire réapparaisse le long de la côte alaouïte, où il forme un petit sahel NNW-SSE, parallèle à la flexure de l'archipel.

La côte de Beyrouth à Tripoli nous montre donc un beau développement de *ramleh* dans les baies incomplètement dégagées de

Djébaïl, Batroun et Chekka. Ces trois baies sont séparées par des pointes qui doivent leur existence à des flexures ou à des failles perpendiculaires au rivage. A Tripoli, le Sahel est en mer et apparaît sous forme d'îlots entre la côte et une chaîne anticlinale très récente, presque entièrement sous-marine. Une flexure importante, parallèle au Liban, sépare cette chaîne d'un Préliban.

Dans toute cette région, l'existence de deux dunes consolidées : la première reposant sur une plage, souvent beaucoup plus élevée que le littoral actuel, la seconde recouvrant des limons rouges et correspondant à un littoral qui est très au large, est certaine. La coupe de Batroun reproduit presque identiquement la coupe du Quaternaire marocain à Témara <sup>1</sup>.

#### QUATERNAIRE DE LA CÔTE ALAOUITE

##### *De la baie de Tripoli à Tartous (Tortose).*

Aucun renseignement ne se trouve dans la littérature géologique sur le Quaternaire de cette partie de la côte du Levant. Le littoral de direction NNE-SSW débute au Nahr el Kébir du Sud et se termine contre le Crétacé du Djebel Ansarieh. La direction de cette montagne étant sensiblement N-S, une plaine littorale, triangulaire, qui n'est que la continuation de la plaine d'Akkar et qui, probablement, possède comme elle un substratum d'argiles plaisanciennes puis de basaltes, s'est formée derrière le sahel dunaire fossile. Elle est très marécageuse, mal drainée par les bras et les affluents du Nahr el Kébir. La région est donc comparable au Rharb marocain. La chaîne de dunes fossiles n'est que la partie la plus interne d'un ensemble plus grand : en effet, les îles de Makroud, Abou Fares et Rouad (l'Arwad phénicienne) sont, elles-mêmes, faites de *ramleh*. La plage de base des dunes est sous-marine dans toute cette étendue, elle n'atteint le zéro qu'au voisinage de Tartous, où d'ailleurs le sahel gagne un peu sur l'intérieur, constituant le sous-sol de la ville phénicienne d'Amrit. Ses célèbres monuments « monolithes » sont faits de blocs de plage tyrrhénienne redressés perpendiculairement à la stratification. La flexure littorale suit donc ici à peu près le pied du Djebel Ansarieh.

##### *La côte, de Tartous à Baniyas.*

De Tartous à Baniyas, la côte est, au contraire, rocheuse, de direction générale NNW-SSE jusqu'à Dar Safra. Faite de Cénomaniens, d'abord recouvert par places de Sénonien crayeux, elle ne tarde pas

1. *Op. cit.*, p. 209.

à être découpée dans un grand volcan strombolien basaltique auquel on peut donner le nom de Volcan du Markab, du nom du célèbre château franc qui couronne l'un de ses témoins. Sur la foi peut-être d'une citation de Blanckenhorn, M. Dubertret a indiqué récemment (*in ROMAN, N. M. H. C. F.*, III) que des témoins de ce volcan sont recouverts par du Pliocène fossilifère. Il en est tout autrement à l'École de Banias où l'on voit très nettement les couches de brèches de pouzzolane et de bombes reposer *sur* des sables bleus à *Arca Diluvii*, *Dentalium sexangulare*, *Corbula*, Cérithes variés, etc., c'est-à-dire sur un faciès littoral du Pliocène ancien. Ces brèches de projections sont d'ailleurs coupées de bancs de limons rouges et passent à un très grand cordon littoral qui s'étend de Banias au Nahr es Senn. Celui-ci, à cette hauteur, repose *sur* le *ramleh* tyrrhénien et contient des galets de cette formation. Le volcan ne peut donc être que de même âge ou plus récent que le Moustiérien. Cet appareil présente ceci de curieux qu'il ne comporte aucune coulée de lave.

Une fracture change avant Banias la direction de la côte : elle devient WSW-ENE. Le littoral se raccorde par une belle courbe avec la côte sud-nord du Sahel alaouïte.

La presqu'île crétacée SW-NE de Lattaquié ferme l'horizon, raccordée à ce littoral par une courbe élégante qui correspond au delta du Nahr el Kébir du Nord. Cette ligne de direction nouvelle presque orthogonale aux directions du Liban ou du Djebel Ansariéh sépare deux pays très différents comme on le sait depuis très longtemps : la région africaine libano-syrienne au Sud et un pays taurique, asiatique, au Nord.

### *De Banias à Lattaquié.*

La stratigraphie de cette région, esquissée par Blanckenhorn, a été décrite par MM. Dubertret, Keller et Vautrin dans un Mémoire important <sup>1</sup>. Elle a été résumée par M. Dubertret à la fin de ce travail (p. 110) et, plus récemment, à la fin du Mémoire de M. Roman. M. Dubertret considère que les coupes qu'il a relevées sont *fondamentales* pour l'étude du Quaternaire du Levant.

On peut, d'après cet auteur, les résumer ainsi :

1) Sur une molasse tortonienne, qui occupe le Sillon du Nahr el Kébir entre la Montagne Alaouïte et le pays des Roches Vertes, reposent d'abord des dépôts saumâtres, *sarmatiens* ;

2) Ces dépôts sont recouverts, transgressivement et en discordance, par des argiles et des grès, constituant une série inséparable, *plaisancienne* et *astienne*. Ils ne remonteraient pas à plus de 20 kilomètres de la côte actuelle ;

1. *Op. cit.* p. 207.

3) Des conglomérats *villafranchiens*, coiffant le haut des argiles et des grès, sont développés par places, près de la Montagne Alaouïte (Kerdaha).

4) Des grès (*sic*) marins, à stratification entrecroisée, sont posés contre les flancs des vallées entaillées dans les argiles et les grès du Plaisancien-Astien ou s'étaient en terrasses tout le long du littoral. Ces formations seraient *quaternaires*. « Elles ne peuvent être subdivisées paléontologiquement, mais la morphologie permet de reconnaître leur ordre de succession ».

Les localités typiques pour l'étude du Quaternaire sont Cheikh Mohammed Kemel et le port de Lattaquié.

Je me sépare complètement de M. Dubertret dans l'interprétation qu'il donne de la succession : Pliocène-Quaternaire. Trois coupes vont le démontrer :

1° *Coupe de Djebél* : Une étude hydrologique détaillée de la région m'a permis d'obtenir une stratigraphie du Sahel de Djebél. D'après la carte et les descriptions de M. Dubertret, Djebél devrait se trouver sur les « grès » quaternaires.

Le port antique de Djebél est une petite encoche dans des calcaires jaune-crème, essentiellement formés de tests d'*Elphidium crispum* et de débris de coquilles avec comme macrofossiles : *Pecten jacobaeus*, *Chlamys multistriata*, *C. inflexa*, *C. scabrella* et un *Echinolampas*. A la crique des abattoirs, ou peu au Nord, on aperçoit le substratum des calcaires : des argiles bleues qui, à la partie supérieure, se chargent de concrétions crayeuses en boules ; par augmentation du nombre des concrétions, les argiles passent *sans interruption* aux calcaires à *Elphidium*. La zone de passage contient, en grande abondance, *Terebratula Scillae*.

M. A. Keller, paléontologiste de M. Dubertret, qui a cherché à déterminer les cotes océanographiques correspondant aux diverses faunes du même calcaire à Lattaquié, s'appuie pour ce faire sur la thèse de M. Gignoux et, par conséquent, ne mentionne pas le niveau où pouvaient vivre les Brachiopodes, dont les coquilles quoique très fragiles, sont toujours conservées intactes et avec leurs deux valves. D'après les travaux classiques — et à peu près uniques de leur espèce — de G. Pruvôt, il semble, qu'en Méditerranée, le niveau le plus élevé atteint par les Brachiopodes n'excède jamais 140 m. Ils ne peuvent donc être littoraux.

Les calcaires crèmes forment une longue dalle, inclinée de quelques degrés vers la mer, qui s'étend depuis le Nahr Snobar jusqu'au Nahr es Senn, formant tout le Sahel, sauf le marais du Sud de Djebél. En de nombreux points, les marnes (et jamais le niveau sableux signalé plus à l'intérieur, au Nahr el Qich par M. Dubertret), apparaissent sous les calcaires. Elles sont toujours très fossilifères et contiennent notamment en abondance *Amussium cristatum*. Leur apparition est due en général au réseau très régu-

lier de failles et de flexures, presque rectangulaire, qui fragmente tout le Sahel. Le résultat est la sortie de nombreuses sources, les unes utilisées actuellement pour l'irrigation des jardins, les autres, en général perdues, signalées par des aménagements phéniciens.

A l'extrémité du Sahel, à Baniyas, sous les calcaires à *Elphidium*, en général assez caillouteux, le faciès sableux de l'intérieur réapparaît avec une faune de Gastéropodes. Le tout disparaît sous les lapillis balsatiques dont aucune trace ne se trouve dans les formations sous-jacentes.

Il résulte de ces observations que les calcaires à *Elphidium* (Quaternaire de M. Dubertret), sont inséparables des marnes plaisanciennes. Comme nous le verrons : *du ramleh transgressif et discordant se trouve, au bord de la mer, sur cette formation.*

2° *Coupe de la presqu'île de Lattaquié* : A l'autre extrémité du pays alaouïte, le port de Lattaquié offre une très belle coupe, où M. A. Keller a recueilli une faune abondante. (*N. M. H. C. F.* : I, p. 99, revue par M. Roman III, p. 353.) Les parois de la crique, en grande partie artificielle, qui forme le port, sont essentiellement formées de calcaires crèmes. Mais dès la pointe du port passée, sur la côte NW-SE, la partie supérieure des marnes bleues apparaît progressivement avec le même enrichissement en concrétions calcaires. La petite baie d'Aïn Sind Lakes nous donne d'excellentes coupes, qui, semble-t-il, n'avaient été vues par personne :

### 1. Pointe NW (fig. 5 et 6).

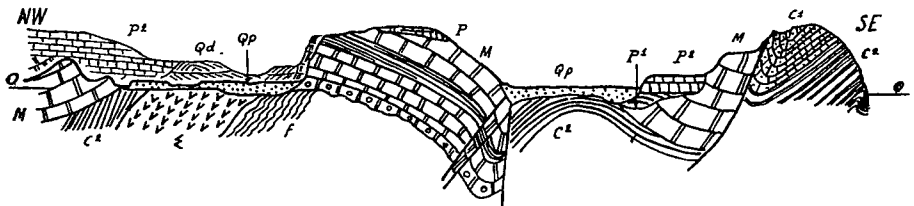


FIG. 5. — Coupe longitudinale de la presqu'île de Lattaquié.

- Σ Roches vertes.
- f Flysch.
- C¹ Calcaires à silex du Sénonien inférieur.
- C² Craie litée du Sénonien supérieur.
- M Calcaires blancs vindoboniens.
- P¹ Pliocène ancien : argiles à Brachiopodes.
- P² Calcaires à *Elphidium* (pierre de Lattaquié).
- Q p Grès et conglomérats de plage tyrrhéniens.
- Q d Grès dunaires (*ramleh*) tyrrhéniens.
- O O Niveau de la mer.

a) Rochers de calcaires blancs, exploités par les fours à chaux, contenant des moules de grandes *Arca*, des fragments de Clypéastres, de grands *Chlamys*, pendage 25° NW.

b) Calcaires crèmes à *Elphidium* avec des galets de *a*, pendage 5° NW.

c) Grès, ou conglomérat de granules, de couleur rose, avec abon-

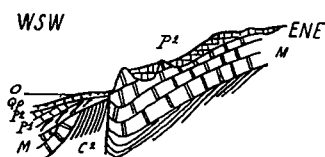


FIG. 6. — Coupe transversale à hauteur de la lettre M de la moitié droite de la fig. 5.

- e Roches vertes.
- C<sup>2</sup> Craie litée du Sénonien supérieur.
- M Calcaires blancs vindoboniens.
- P<sup>1</sup> Pliocène ancien : argiles à Brachiopodes.
- P<sup>2</sup> Calcaires à *Elphidium* (pierre de Lattaquié).
- Q p Grès et conglomérats de plage tyrrhéniens.

dance de quartz, et faune uniquement composée de Gastéropodes tout à fait littoraux : *Purpura*, *Conus*, *Trochus*, *Cerithium vulgatum*, galets de *b*; la couche *c* pénètre dans les fentes ou creux de *a* et de *b*.

## 2. Pointe SE.

A la base, au niveau de la mer, flysch, radiolarites arasées, grès roses avec faune *c* constituant le substratum de toute la plage et passant, à la source, à des dunes fossiles.

3. Falaise : à la base, radiolarites, flysch et roches vertes.

1. Marnes bleues à *Amussium badense*.

2. Dalle calcaire avec de nombreux débris d'*Echinolampas*.

3. Couche de marne de 20 cm avec *Terebratula Scillae*, *Terebratulina caput serpentis*, *Muhlfeldia truncata*.

4. Calcaire à *Elphidium crispum*, *Chlamys scabrella*.

Cette falaise s'appuie sur une paroi de calcaires blancs miocènes pendant de 25° environ vers le SE. Le Miocène est, lui-même, recouvert par des calcaires à *Elphidium* avec *Chlamys scabrella*, *C. multistriata*.

Au Nord de Lattaquié, à la pointe de Ras el Karm (presqu'île du phare), les calcaires crèmes sont extrêmement fossilifères et contiennent notamment : *Pecten Jacobaeus*, *Chlamys scabrella*, *Echinolampas Hoffmanni*. Il résulte de ces coupes que : 1° comme MM. Dubertret et Roman l'avaient dit, les marnes représentent du Pliocène ancien ; 2° contrairement à ce que dit M. Dubertret,

les calcaires ont été déposés dans des conditions bathymétriques identiques à celles des marnes (vers — 150 m) ; aucune interruption n'existe dans le dépôt et, par conséquent, ils ne peuvent être que *pliocènes* et non quaternaires ; 3° les grès roses, à faune tout à fait littorale, passant à des dunes fossiles sont transgressifs, discordants et ravinent le Pliocène. Ils sont, en outre, faits de tout autre matériel que lui. Ils ne peuvent être que l'équivalent du *ramleh* et, par conséquent du *Quaternaire ancien*.

### 3° Coupe de Cheikh Mohammed Kemel.

M. Dubertret avait remarqué que ses grès « quaternaires » (nos calcaires pliocènes) sont disposés sur le flanc d'une vallée, en contre-bas des argiles plaisanciennes (mais aussi de calcaires pliocènes identiques qui forment un plateau). Il en conclut que ces lambeaux sont des « terrasses quaternaires » et il assimile la grande carapace calcaire que nous avons décrite dans le Sahel de Djéblé à une autre de ces terrasses. Dans les deux cas pourtant le facies des calcaires est également profond.

La coupe (fig. 7) que nous avons relevée et qui est vérifiée par de nombreuses autres montre qu'une interprétation différente

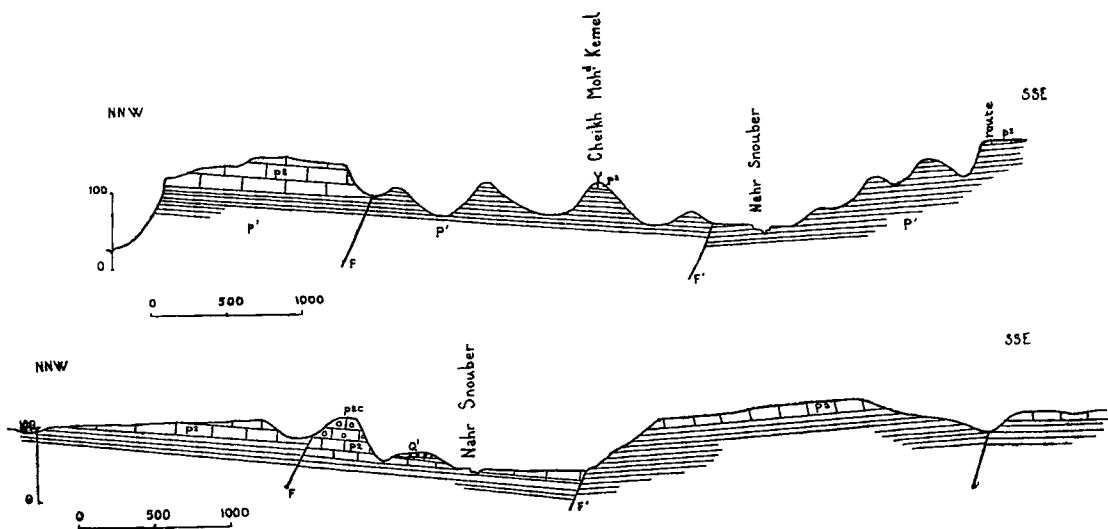


FIG. 7. — Coupe transversale de la carapace pliocène du Sahel.

En haut, par Cheikh Mohammed Kemel.

En bas, par Cheikh Mohammed Daher, le Nahr Snobar, le plateau de Stamo, à 2 km au SW de la précédente.

- P<sup>1</sup> Marnes à Brachiopodes du Pliocène ancien.
- P<sup>2</sup> Calcaires jaunes à *Elphidium*.
- P<sup>2</sup> c Poudingue à ciment de calcaire à *Elphidium*.
- Q<sup>1</sup> Grès tyrrhéniens.
- F Failles.



s'impose : le découpage d'une unique carapace de Pliocène supérieur par un réseau quadrangulaire de failles (v. carte, Pl. I).

Le calcaire à *Elphidium* représente pour nous, sous un facies un peu particulier, comparable au *Matérin* des Pouilles (M. Gignoux), la partie terminale du Pliocène. Au Nord de l'embouchure du Nahr Snobar, la partie supérieure de ces calcaires se charge de galets bien roulés de calcaires du Djébel Ansarieh, de silex et de basaltes. Il en est de même à Cheikh Mohammed Daher. Ces galets ont été, évidemment, transportés au cours d'une phase d'érosion, et par conséquent de culmination, du Djebel, correspondant à peu près au Calabrien.

Le facies sableux qui est à la partie supérieure des marnes, n'apparaît que vers le Djebel ou à l'embouchure du Nahr el Kébir. M. Dubertret le considérait autrefois comme *astien*, M. Roman (*loc. cit.* p. 207) considère qu'il ne peut être séparé des marnes et qu'il est encore plaisancien.

Le calcaire pliocène atteint au moins l'altitude de 200 mètres et ceci sans changement de facies. Le littoral de ce moment devait donc être plus éloigné et l'ensemble fortement surélevé. En outre, le Pliocène est plissé en grands plis doux de direction N-S. C'est à ce plissement qu'est due la mise en valeur des diverses unités morphologiques de la plaine de Djéblé : sahel calcaire, marais synclinal, pentes du Djebel. Comme nous l'avons vu, cette plaine est découpée par des failles et flexures quadrangulaires. Les failles sont directement décelables à la mer, et leur trajet prolongé passe par tous les points d'eau importants et détermine le cours de sections de rivières. Le soulèvement général du Pliocène calcaire, antérieur à ce plissement de détail, a permis la création d'une très belle *cueta* à rebord dirigé vers l'Est.

A Lattaquié, les flexures prennent une direction SW-NE, parallèle à la vallée du Nahr el Kébir. Le pays change donc complètement de caractère. Ce sont ces flexures qui permettent le découpage de la côte (Pointe de Lattaquié, Ras Ibn Hani, etc.).

Le dernier affleurement de Pliocène se trouve au petit port de Minet El Beida, près de la célèbre localité de Ras Shamra, échancre cretácée, connue comme telle depuis l'Odyssée.

**Quaternaire** : Des affleurements de grès de plage fossiles, en général très grossiers et quartzeux, avec une faune littorale de Gastéropodes, analogues à ceux que nous avons décrits à Lattaquié et presque toujours surmontés de dune fossile (*ramleh*) affleurent :

1° à Qmeïdiane, de part et d'autre de la grande source du Nahr es Senn ;

2° à l'embouchure du Nahr Bourrhioul ;

3° à celle du Nahr Ramleh au N. de Qalaat er Rous. Ils sont

là recouverts par un énorme delta de cailloutis qui pénètre aussi dans la vallée du Nahr el Kébir.

C'est l'ancien delta d'un ancêtre beaucoup plus important de ce fleuve ; il atteint 90 m en face de Fidjo. Ces conglomérats reposent sur des grès de plage sur la rive droite (nord) du fleuve au pied de la côte de Lattaquié. Ils sont donc contemporains des dunes fossiles anciennes et, par conséquent, du *début* de la grande régression ;

5° à la pointe de Lattaquié et sur la plage au Nord de cette ville (où ils sont recouverts par des limons rouges et des dunes fossiles moustiériennes) ;

6° aux ports de Ras el Karm et de Minet el Beida ;

7° ils forment le grand plateau de Karakol, entre le Nahr el Arab et la pointe de Bordj Islam. Le Quaternaire y repose directement sur une surface d'abrasion taillée dans le Crétacé. Le pays, aussi différent que possible du Sahel alaouïte, avec ses innombrables murettes de pierres sèches et son aspect presque désertique en été, évoque au contraire le Sahel doukkala au Maroc ;

8° dans la baie de Troundjé. C'est le dernier affleurement visible. Néanmoins, l'étude des galets rejetés par la mer nous a montré que le Quaternaire consolidé se continuait sous la mer au moins jusqu'au Cassius.

Le Pliocène matérin disparaît entre Arab el Mulk et Banias dans le Sud du Sahel de Djebélé. Il est remplacé par un cordon de cailloux avec limons rouges qui se continue jusqu'à Banias. Les éléments du cordon sont des roches du Djebel, du Quaternaire consolidé et, vers le Sud, essentiellement des bombes et des scories du volcan du Markab.

En de nombreux points du littoral entre Djebélé et Lattaquié, des cailloutis cimentés par des limons rouges apparaissent au niveau ou sous la mer, notamment au Qalaat er Rous ; au Nord de Lattaquié, comme nous l'avons vu, une dune sur limon recouvre le *ramleh* le long de la plage. Toutes ces formations sont l'équivalent du « *ramleh 2* » de la région de Beyrouth à Tripoli. Tout le long des pentes du Djebel, des fragments de surface, plus doucement inclinées que les pentes actuelles, sont visibles de loin, grâce à leur couverture de limons rouges ; on doit pouvoir, comme sur le Liban, reconstituer, grâce à elles, l'allure de la surface moustiérienne. De belles terrasses de cette âge existent aussi sur la face sud du Cassius, elles correspondent à un réseau hydrographique différent dans son tracé de l'actuel et témoignent d'importants mouvements de gauchissement. Nous avons déjà parlé du volcan du Markab qui date de cette époque. Il n'est, en outre, pas certain que les basaltes compris dans le Pliocène soient des coulées comme le pense M. Dubertret et non des sils (Kerdaha) ; des filons de cette lave traversent le Plai-

sancien (Bestane Qobane) ou le Matérin (Ras el Karm) ; la belle dépression de Jobet Borghal (résidence de Sleiman Meurched, prophète alaouïte) est une caldeira presque intacte trouant le calcaire et pleine de projections basaltiques ; enfin, une curieuse brèche lavique, contenant des éléments de roches vertes, apparaît en plein marais de Djebélé, sous les vases, à Douer el Ketib.

L'absence de toutes formations pliocènes ou quaternaires sur le littoral du Baer-Bassit semble montrer que celui-ci est dû à une migration vers l'intérieur de la flexure continentale. Nous avons, en effet, trouvé des galets roulés de *ramleh* sur la plage du Bassit et à Karadouran. Des galets de Pliocène matérin ont été recueillis dans les mêmes conditions à la qoubba de Khoder (baie du Bassit).

M. Dubertret <sup>1</sup> a montré que le Plaisancien, recouvrant du Pontique, occupe (actuellement) trois sillons : celui d'Alexandrette-Arzouz au Nord qui se prolonge sous la mer ; celui du Karasou-Bas-Oronte que prolonge le sillon méridien du Koséir ; enfin, celui du Nahr el Kébir. Dans ces trois sillons, le Miocène borde le Pliocène. Nous venons de voir qu'il en est de même à Lattaquié où, jusqu'ici, le Miocène était inconnu.

Or, en plein pays de roches vertes, sur le prolongement exactement du sillon du Bas-Oronte, un très beau gisement de Leithakalk qui forme tout le Ras Bassit, avait jusqu'ici échappé aux recherches. Les calcaires blancs, durs, contiennent *Clypeaster intermedius* et *Chlamys calaritana*. L'absence de tout conglomérat de base dans ce Miocène, isolé entre le sillon du Nahr el Kébir et celui d'Antioche, semble montrer que le Vindobonien avait couvert, non seulement les sillons de M. Dubertret, mais presque tout ou tout le pays des roches vertes, à la seule exception, peut-être du Cassius. Le Pliocène se continue peut-être aussi sous la mer entre l'embouchure de l'Oronte et Lattaquié.

EN RÉSUMÉ : le Pliocène est transgressif et, sauf exceptions locales, discordant sur le Miocène, en Palestine et tout le long de la côte libano-syrienne (le Pontique fait, comme dans tout l'Est de l'Europe, partie du cycle pliocène). Il atteint le pied des chaînes côtières et pénètre profondément dans des sillons de direction en général SW-NE : couloir de Tell Kalakh, sillons du Nord. Il a été fortement plissé par des mouvements qui, notamment, ont créé la *chaîne prélibanaise* (Tripoli).

Ce Pliocène se présente sous deux facies : des marnes bleues du type plaisancien, dépôt équivalent des vases actuelles de la Méditerranée et des calcaires à Foraminifères (le Quaternaire de M. Dubertret) déposés à la même profondeur et témoignant d'un

1. *C. R. Ac. Sc.*, t. 205, p. 1267, 1937 et *N. M. H. C. F.*, III, p. 3 5 9

changement dans les conditions physico-chimiques de la mer. A la partie supérieure, l'arrivée de gros galets, témoigne d'une phase d'érosion continentale et donc de culmination orogénique.

Au littoral pliocène succède un littoral quaternaire, après une grande lacune correspondant à une période d'érosion qui a fourni les galets du « conglomérat de base ». Le tracé de ce littoral est très différent de celui du littoral pliocène ; analogue à celui du littoral actuel, mais en avance sur lui. Quand ils reposent sur le Pliocène, les grès de plage sont discordants sur lui et le ravinent. Leur faune est strictement littorale (trottoir). Ils sont recouverts de dunes fossiles qui déjà indiquent le début d'une régression. A la partie supérieure apparaît une croûte d'exsiccation.

Sur ce Quaternaire, reposent des limons rouges avec des dunes cimentées comprises comme au Maroc dans la masse des limons. De puissantes brèches leur font suite. Enfin, la mer transgresse de nouveau, à l'aurore de l'histoire, pour former le littoral actuel. Il semble qu'il n'y a aucune autre interprétation possible que de rattacher tous les grès de plage et des dunes inférieures aux lambeaux identiques, qui sont transgressifs dans toute l'étendue de la Méditerranée et, sur le littoral atlantique, du Rio de Oro à la Galice, en en faisant du *Tyrrhénien* <sup>1</sup>. Les limons rouges, contenant le *ramleh* dunaire n° 2 sont moustiériens à la base, les brèches aurignaciennes à Antélias. La période de régression représente donc tout le Paléolithique supérieur et une grande période d'orogénèse. Enfin, la transgression finale correspond bien au Flandrien.

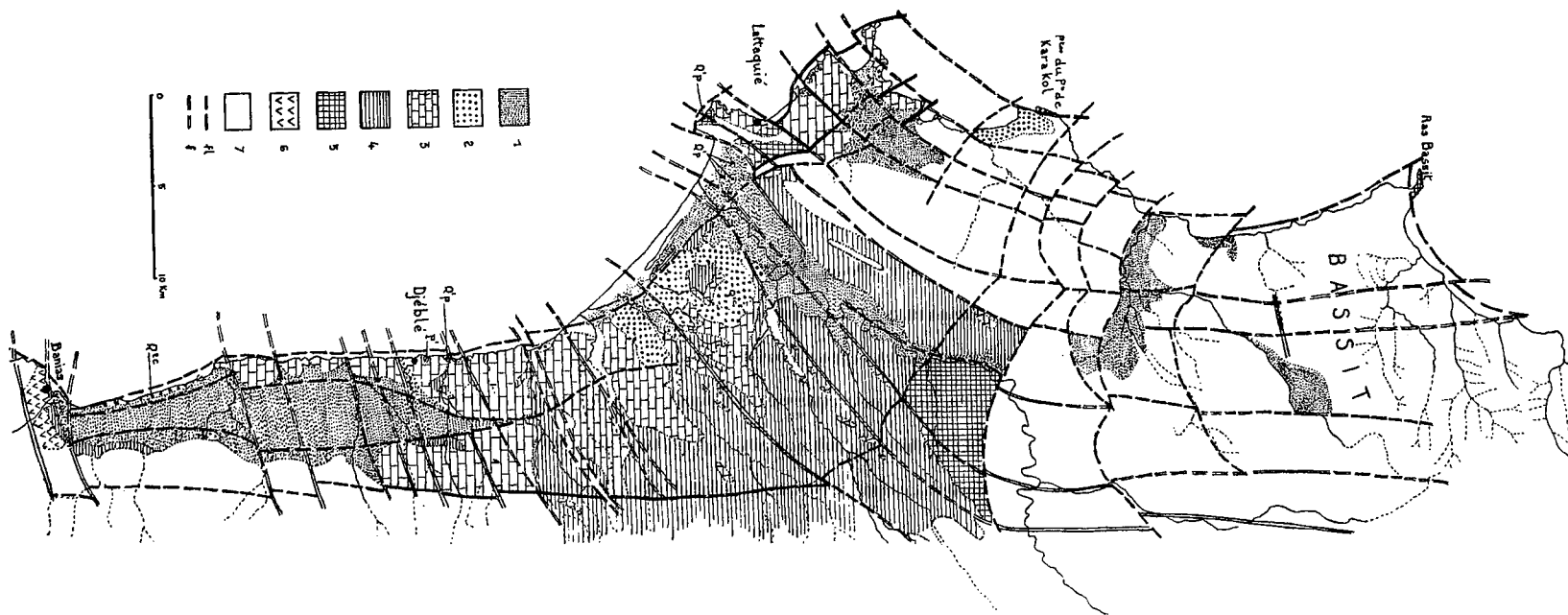
Rappelons que les grès tyrrhéniens sont connus à Rhodes, en Attique et dans diverses îles de la mer Egée, le Péloponèse, l'Adriatique, l'Italie, le littoral provençal, l'Espagne méditerranéenne, le Maroc, l'Algérie et la Tunisie. Partout où ils ont été étudiés en détail, ils sont recouverts des mêmes formations rouges correspondant

1. Jusqu'ici, comme en bien d'autres points, des Strombes n'ont pas été trouvés dans cette *panchina*.

#### LÉGENDE DE LA CARTE.

1. Vases et limons gris d'inondation (Flandrien).
  2. Plages et dunes (*ramleh*) du Tyrrhénien (Q<sup>1p</sup>, Q<sup>1d</sup>) ; cailloutis du delta du Nahr el Kébir (Q<sup>1c</sup>), cordon moustiérien (Q<sup>2 c</sup>).
  3. Calcaires « matérins » à *Elphidium crispum* (Pliocène ancien).
  4. Marnes et sables vaseux du Pliocène ancien.
  5. Miocène : Leithakalk de Lattaquié et du Ras Bassit, argiles, grès et gypses du Vindobonien terminal (sillon du Nahr el Kébir).
  6. Brèches de pouzzolane du volcan du Markab (Moustiérien).
  7. Roches vertes, Jurassique, Crétacé, Éocène.
- fl : flexures.  
f : failles.

Levés exécutés au 1 : 50.000.



CARTE DU LITTORAL ALAOUITE ET DU BASSIT (1940).

toujours à une grande régression. Le tableau de l'histoire du Pliocène et du Quaternaire est donc le même dans toute la Méditerranée, à l'exception des pays au Nord de l'Archipel, très récemment envahis par la mer.

Il me semble donc que les résultats que j'ai obtenus au Levant prouvent la généralité du rythme des oscillations continentales que j'avais proposé dès 1926 au début de mes études marocaines<sup>1</sup>. L'étude du littoral de l'Océan Indien, à partir de Gardafui et vers le Sud, doit pouvoir nous montrer si ce rythme de transgressions et de régressions marines, de « tuméfactions » et de « détentes » continentales est général dans toute l'étendue de l'ancien continent, hypothèse que j'émettais devant notre Société en 1938.

1. *B. S. G. F.* (4), t. 27, 1927, p. 4-33.

---



Cl. E. Pirou



*Ch. Barrois*

# CHARLES BARROIS

## 1851-1939

PAR **Pierre Pruvost** <sup>1</sup>

(avec un portrait)

---

Charles-Eugène BARROIS

Né à Lille, le 21 avril 1851.

1871. Préparateur d'Histoire Naturelle à la Faculté des Sciences de Lille.

1876. Docteur ès Sciences Naturelles en Sorbonne.

1878. Maître de Conférences, puis (1888) Professeur Adjoint à la Faculté des Sciences de Lille.

1902. Professeur de Géologie et Minéralogie à la Faculté des Sciences de Lille.

1926. Professeur Honoraire de la Faculté des Sciences de Lille.

Décédé à Sainte-Geneviève-en-Caux, le 5 novembre 1939, et inhumé à Lille, le 10 novembre 1939.

---

Le 5 novembre 1939, la Société Géologique de France perdait en Charles Barrois le doyen de ses anciens présidents <sup>2</sup> et les géologues français voyaient disparaître avec lui, de la cohorte des grands esprits qui ont cultivé leur science, l'un des hommes les plus marquants de sa génération. Pendant près de soixante-dix ans, sans interruption, ainsi qu'en témoigne la longue liste bibliographique qui accompagne cette notice, Ch. Barrois a travaillé. Et notre savant confrère E. B. Bailey, Directeur du Service Géologique de Grande-Bretagne, vient de lui rendre cet hommage, appréciable sous la plume d'un géologue britannique, qu'« aucun homme depuis Murchison, pour la valeur de son œuvre stratigraphique, n'a acquis une telle renommée à l'intérieur et hors des frontières de son pays » <sup>3</sup>.

Sa carrière nous apparaît parfaitement droite et bien remplie, grâce à la passion raisonnée et exclusive qui l'entraînait au service de la géologie et de son enseignement, grâce à son intelligence hors de pair, dominatrice et lucide jusqu'à la fin, grâce à un amour

1. Notice lue à la séance du 3 juin 1940.

2. Membre de la Société Géologique de France depuis 1874, Ch. Barrois présida ses séances en 1897 et la conduisit à deux reprises sur le terrain de ses principales études, en 1886 dans le Finistère, en 1928 dans le Bassin houiller du Nord. Il a reçu d'elle, au début de sa carrière, par deux fois, l'encouragement de figurer sur son palmarès (Prix Viquesnel 1878, Prix Fontannes 1891).

3. E. BAILEY, Ch. Barrois, obituary notice, in *Proceed. Roy. Soc. Edinburgh*, 1940.



du travail scrupuleux et sans réticence, à un véritable culte de l'effort, seul garant, pensait-il, de la dignité humaine, grâce enfin à une discipline énergique, délibérément acceptée, en dépit d'une heureuse indépendance matérielle qui, loin d'admettre quelque halte ou loisir, n'autorisait à ses yeux aucune faiblesse.

## I. — SA VIE : L'HOMME ET LE SAVANT.

Alors que sa naissance au sein d'une des vieilles et grandes familles industrielles du Nord l'aurait naturellement prédestiné aux affaires, Ch. Barrois, cédant à un goût inné pour les sciences naturelles, opta, à l'âge de 20 ans, pour la recherche scientifique et la carrière universitaire. Mais c'est la rencontre de Jules Gosselet, en 1871, au cours des excursions que celui-ci dirigeait le dimanche et où il attirait un public d'amateurs, qui décida de son choix particulier en faveur de la géologie.

Sa vie universitaire s'est fidèlement déroulée, sans interruption, dans sa ville natale. Entré en 1871 à la Faculté des Sciences de Lille, comme « Préparateur d'Histoire Naturelle, sans traitement », il a appartenu jusqu'à sa mort à l'Université de Lille, où il a franchi avec patience les échelons de la hiérarchie. Il y enseigna d'abord comme Maître de Conférences, à partir de 1878, pendant près de vingt-cinq ans et aux côtés de J. Gosselet, avant de lui succéder dans la chaire de Géologie en 1902. Il avait alors 51 ans. Certes, ni son succès de professeur, ni sa notoriété de savant n'avaient attendu cette titularisation pour se manifester. Ensuite, la courte période de vingt-quatre années pendant laquelle il occupa cette chaire lui suffit pour organiser et développer dans son bel essor actuel l'Institut Géologique de Lille que lui léguait Gosselet. Universitaire dans l'âme, il siégea longtemps au Conseil d'Université et au Conseil Supérieur de l'Instruction Publique et demeura, jusqu'au dernier souffle, profondément attaché à l'*Alma Mater*. Quant à l'École Géologique lilloise que Gosselet avait fondée, il en avait été aussitôt, avant d'en devenir le chef, le premier et le plus illustre élève, contribuant avec son maître, comme collaborateur d'abord, puis comme héritier spirituel ensuite et successeur, à en étendre le renom en France et à l'étranger.

Il commença ses recherches géologiques par une entreprise assez audacieuse, en les portant sur le sol même du pays où la géologie chronologique était née. Il s'attacha, en Grande-Bretagne, à l'analyse stratigraphique de la craie, comme Edmond Hébert l'avait fait en France, en y prolongeant les zones reconnues sur le continent. Il revint de cette campagne, en 1876, avec un mémoire sur les « Terrains crétacés de l'Angleterre et de l'Irlande » [20]<sup>1</sup>, qui le

1. Les chiffres entre crochets renvoient à la liste bibliographique qui accompagne cet article.

fit Docteur en Sorbonne à l'âge de 25 ans et lui assura immédiatement, chez nos voisins britanniques qui sont beaux joueurs, une notoriété qui s'est transformée plus tard en admiration, lorsque ses conclusions, contrôlées par un grand nombre de savants anglais, eurent résisté à l'épreuve du temps. La Société Géologique de France lui décerna aussitôt pour ce travail, en 1878, le prix Viquesnel, l'un des premiers distribués, tandis que l'Association des Géologues de Londres offrait à son jeune collègue français un marteau d'honneur.

Jusqu'en 1880, grâce à l'entraînement acquis, Ch. Barrois poursuivra ses recherches sur le terrain créacé, à la fois dans les îles britanniques [8, 11, 13 à 15, 19, 21, 46] et dans la partie septentrionale du bassin de Paris. A cette dernière région, il a consacré une dizaine de publications, dont certaines [7, 12 et surtout 34] sont d'importantes études de stratigraphie comparée « sur le terrain créacé des Ardennes et des régions voisines ».

Mais à l'école de J. Gosselet, qu'il avait tant de fois suivi sur les routes d'Ardenne, il devait bientôt se sentir attiré par les formations paléozoïques et contribuer avec lui à faire du laboratoire de Lille un milieu d'élection pour l'étude des massifs anciens de la France. Il ne les aborde, d'ailleurs, qu'après plusieurs voyages d'information à l'étranger. Gosselet pousse libéralement son élève à s'expatrier, quitte à assumer alors seul la charge de l'enseignement, et Ch. Barrois doit à cette circonstance, de même qu'à sa connaissance parfaite des langues étrangères, ce privilège, à cette époque assez rare chez les jeunes Français de sa génération, de pouvoir, dès le début de sa carrière, aborder directement les milieux scientifiques internationaux, y fonder, tant en Allemagne qu'en Angleterre, en Espagne et en Amérique, des amitiés fidèles, nées de l'estime qu'avait provoquée ce jeune visiteur à l'esprit ouvert et au commerce agréable, y recueillir surtout une formation géologique très large et de riches sources de documentation.

C'est ainsi qu'aux Etats-Unis, au cours d'un premier séjour prolongé en 1878 et 1879, il reçoit un accueil empressé de la part de James Hall, qui le guide sur le terrain et lui organise ses tournées. J. M. Clarke a évoqué, dans une pieuse biographie de son maître <sup>1</sup>, la rencontre du jeune géologue français avec le grand paléontologiste américain, qui essaya, mais sans succès, de le retenir définitivement au service des Etats-Unis <sup>2</sup>.

Si l'on se reporte à soixante ans en arrière, où bien rares étaient encore les jeunes Français qui consentaient à s'expatrier, ces longues missions d'études nous révèlent, de la part de celui qui

1. J. M. CLARKE. *James Hall of Albany*, 1 vol. in-8°. Albany, 1921. On y lit (p. 487) : « Amiable and zealous Barrois made and left many friends, but to Hall he had become and remained, as later years abundantly proved, almost *in loco filii* ».

2. *Ibid.*, p. 486.

les entreprenait, non seulement un ardent désir de perfectionnement, mais aussi une certaine énergie. Surtout si l'on songe que Ch. Barrois laissait derrière lui, pour de longs mois, la jeune femme qu'il épousa le 1<sup>er</sup> août 1879, Henriette-Marie Bonte, elle-même de vieille souche lilloise et flamande, et dont il eut bientôt deux fils. Cette épouse, cette mère incomparable, collaboratrice totale de son foyer et de sa vocation, fut pour lui, dès lors et jusqu'au bout, la compagne intelligente et dévouée, résolue jusqu'à ces sacrifices qu'impose si souvent l'activité d'un géologue aux joies légitimes de la famille.

Dès 1876, Ch. Barrois s'intéresse aux terrains paléozoïques : c'est à cette date que paraissent ses premières notes sur le Silurien et le Dévonien du Finistère [23, 24]. L'année suivante, d'un premier voyage en Espagne du Nord, il rapporte des observations sur le Dévonien de la province de Léon [27, 29], tout en étudiant au passage le Crétacé d'Oviedo [37] et le marbre griotte des Pyrénées [39]. Mais il entreprend surtout une étude approfondie de géologie régionale dans le massif ancien des Asturies et de la Galice, à laquelle il consacre plusieurs campagnes, et qui aboutit, en 1882, à la publication d'un très beau mémoire [55], important à la fois par la série stratigraphique qu'il fait connaître et par la faune qu'il y décrit.

Aussi, lorsqu'à la suite du tremblement de terre d'Andalousie, en 1884, l'Académie des Sciences envoya une mission dans ce pays, Ch. Barrois était-il tout désigné pour faire partie de la caravane de jeunes savants qui fut placée sous la direction de F. Fouqué, afin d'observer sur place le phénomène sismique dans ses rapports avec la structure du pays. La fertile vallée du Guadalquivir, éden de douceur et oasis de lumière, mais aussi paradis terrestre où les lendemains sont incertains, venait de subir la catastrophe. Pour en analyser les circonstances et tenter d'en découvrir les causes, l'étude des régions qui l'encadrent se recommandait. Celle de la Sierra Nevada, la chaîne majestueuse qui la domine au Sud, échut à Ch. Barrois. Dans un mémoire publié par l'Académie en 1889 [98], en collaboration avec A. Offret, les principaux résultats de ce travail sont exposés avec une telle objectivité que les coupes dressées alors par Ch. Barrois servaient encore de guides aux géologues qui, trente-cinq ans après, visitaient la Sierra Nevada lors du Congrès International de Madrid.

Dans cette période déjà si active de sa vie, un curieux ricochet du destin fit de Ch. Barrois le géologue officiel de la Bretagne. La carte géologique de la France au 80.000<sup>e</sup> était alors en cours d'exécution et le corps des Ingénieurs des Mines, qui en avait reçu la charge, s'était attaché la collaboration des géologues universitaires français. La feuille de Rethel, qui comportait un beau développement des terrains crétacés dont il était spécialiste, avait été confiée en 1875 au jeune préparateur de Lille. Nommé Collaborateur prin-

cipal du Service, Ch. Barrois travailla trois ans au lever de cette feuille.

Or, ce coup d'essai eut un résultat inattendu, lorsqu'il remit à E. Jacquot, Directeur du Service, la minute de ses contours. Il se trouva que ceux-ci s'accordaient fort mal avec le dessin d'une feuille limitrophe, précédemment levée par un brillant ingénieur du Corps des Mines, pressé, il faut le dire à sa décharge, d'en achever la publication pour qu'elle figurât à l'Exposition Universelle de 1878. Le Directeur, n'ayant pu obtenir du jeune géologue lillois qu'il apportât à ses tracés certains aménagements d'office, susceptibles d'atténuer le désaccord, décida de faire avec lui une tournée sur les lieux, afin de déterminer de quel côté se trouvait l'erreur. A cette époque, remarquons-le en passant, une tournée d'inspection du chef de service était accueillie par son collègue subordonné, moins comme un acte de suspicion que comme un encouragement et un hommage porté à son effort. Jacquot, sur le terrain, dut se rendre à l'évidence : les contours de Barrois étaient exacts. Non seulement il décida que la feuille de Rethel serait publiée sans modification, mais, enthousiasmé des qualités de son collaborateur, il lui proposa sur place de recevoir en fief la totalité du massif armoricain, afin d'en faire seul le lever géologique. Par la même occasion, le Directeur se mettait ainsi à l'abri de nouveaux incidents de frontière.

Le domaine à prospector était d'importance. Ch. Barrois y consacra plusieurs mois chaque année, c'est-à-dire tout le temps libre que lui laissait son enseignement, couvrant de ses observations minutieuses la surface de cinq départements et établissant, parmi les géologues français, le record jamais égalé d'avoir levé à lui seul vingt des feuilles de la carte géologique de France. Elles parurent de 1884 à 1909, à peu près au rythme d'une feuille par an.

Ses minutes révèlent le réseau touffu d'itinéraires qu'il a parcourus presque uniquement à pied. Véritable « performance », si l'on se représente le seul effort physique ; mais aussi, labeur acharné et scrupuleux, commandé par le souci d'accumuler le plus grand nombre d'observations concrètes ! Il a insisté lui-même sur la valeur qu'il attachait à cette façon de travailler : « Dans toute cette étendue, il n'est point une commune où je n'aie séjourné, diminuant ainsi, de hameau en hameau, la part de l'imagination dans ma reconstitution du passé, augmentant mes chances de ne trouver devant moi, à l'heure de la synthèse, que des faits positifs, des résultats d'observations directes. » En fait, cette « synthèse » paraît à nos yeux si solide que ses successeurs pourront peut-être modifier le détail d'un contour, ou l'interprétation d'une structure, surtout lorsqu'il a lui-même indiqué qu'elle était provisoire, mais qu'il faudra toujours tenir compte de la splendide moisson de faits rassemblés par lui. Certains, sans lui, seraient à jamais perdus,

dans ce pays couvert où tant d'affleurements, provoqués par les petites exploitations locales, sont aujourd'hui disparus.

Outre les feuilles géologiques, dont les notices explicatives sont autant de monographies régionales, où peu à peu se dessine sa conception de l'architecture armoricaine, Ch. Barrois a publié, sur ce massif, près d'une centaine de mémoires, s'échelonnant de 1876 jusqu'à la dernière année de son existence. Si la description d'ensemble qu'il avait projeté d'écrire n'a malheureusement pas vu le jour, on en trouve le gros œuvre dans une série de travaux de portée générale [80, 87, 102, 116, 133, 144, 148, 153, 163, 225], aboutissant à un dessin clair de l'édifice breton.

Au moment où il était loin d'avoir épuisé cet immense champ d'exploration qu'était pour lui l'Armorique, il fut appelé à succéder à J. Gosselet dans la chaire de géologie de Lille. A la suite de Pasteur et de Gosselet qui lui avaient tracé la voie, il estima que l'activité scientifique de l'Université lilloise devait d'abord collaborer au développement économique de la région du Nord. Aussi imposa-t-il une halte à ses recherches favorites en Bretagne et décida-t-il d'offrir ses services aux techniciens qui exploitent, dans le Bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais, le plus riche patrimoine du sous-sol français<sup>1</sup>.

Dans ce but, il fonda, en 1907, le Musée Houiller de l'Université de Lille, afin d'y rassembler et étudier les documents recueillis dans les charbonnages. « Archives paléontologiques, reconstitution des grands végétaux, coupes en série et cartes du gisement soigneusement tenues à jour, c'est là l'un des plus merveilleux ensembles de documentation en la matière, particulièrement propre à susciter des travaux scientifiques nouveaux »<sup>2</sup>. Telle est l'appréciation portée récemment sur cette institution, à trente ans de sa fondation.

Troquant son marteau contre le pic du mineur, Ch. Barrois avait, en effet, visité tous les travaux souterrains avec ses collaborateurs, s'assurant l'aide des ingénieurs ; tous s'étaient mis au travail pour la prospection détaillée du bassin. Au bout de vingt ans de recherches, dont les étapes se traduisent par une quarantaine de mémoires, publiés principalement entre 1904 et 1930, Ch. Barrois avait projeté, grâce à l'application de méthodes géologiques simples, une lumière complète sur la structure, jusque-là si confuse, du gisement houiller le plus disloqué du monde. Et lorsqu'en 1918 le gisement lorrain redevint français et que celui de la Sarre nous échut pour quinze ans, il y organisa et accomplit, avec ses élèves, le même travail de géologie appliquée.

1. La première note qu'il a publiée dans le Bulletin de la Société Géologique de France était consacrée à la faune marine du Houiller du Nord [2]. Ch. Barrois revenait ainsi, trente ans plus tard, à un problème qui l'avait attiré dès l'époque où il cherchait sa voie.

2. A. BÉHAL, in *C. R. Ac. Sc.*, 13 nov. 1939, p. 711 (Notice nécrologique sur Ch. Barrois).

Cette troisième orientation d'un labeur toujours à l'affût du champ d'études le plus efficace, Ch. Barrois ne devait l'abandonner qu'au moment où, cédant à son tour la chaire de Lille à son successeur, il laissa ses élèves poursuivre les prospections souterraines et put reprendre à loisir ses tournées sous les beaux ciels bretons.

On le revit alors, infatigable septuagénaire, splendide vieillard à la démarche élastique et assurée, entraînant à sa suite, à tour de rôle, l'un de ses élèves de choix, arpentant à nouveau les landes et gravissant les falaises de ce pays d'Armor, qu'il aimait d'une tendresse adoptive. Pendant les dix dernières années de son existence, il rassembla, dans une série de notes sur la Bretagne [221 à 243], et ses observations nouvelles, et les souvenirs glanés dans la riche moisson de son âge mûr.

Cette ultime activité, il la dédia aussi à la Société Géologique du Nord, qu'il avait fondée avec J. Gosselet et conduite, avec lui et leurs confrères, à une appréciable renommée. Il accepta, dès sa retraite de professeur, la tâche ingrate de diriger la publication de ses Annales. Pendant douze ans et jusqu'à sa mort, il s'est acquitté de cette charge de « Délégué aux publications » avec une patience et un dévouement inlassables.

Et lorsque les sources de son ardeur commencèrent à tarir, les forces l'abandonnant après quatre-vingt-huit années de labeur continu, brusquement mis en face d'une épreuve insurmontable : l'impossibilité de travailler, il mourut sans s'être reposé.

Il s'est éteint doucement, réfugié dans la campagne normande aux premiers mois de la guerre, loin de son foyer sans doute, mais entouré cependant de sa compagne dévouée, de sa belle-fille attentive et, dans ses tout derniers moments, de son fils, le docteur Jean Barrois, et de ses deux petits-fils, venus tous trois des armées où l'appel du pays les tenait cruellement éloignés du père et de l'aïeul mourant.

Le sort a voulu, ainsi, qu'à vingt-trois ans de distance, l'École Géologique de Lille perdit à nouveau son chef en pleine tourmente de guerre. Les élèves de Ch. Barrois ont renouvelé, en novembre 1939, sous la menace de l'occupation étrangère, le même ultime geste de piété qu'il avait accompli lui-même, en 1916, dans une ambiance aussi douloureuse, devant la tombe de son maître, Jules Gosselet. Et sa propre tombe s'est refermée au bruit lugubre des sirènes d'une alarme aérienne.

Il n'aura heureusement pas subi une dernière épreuve de choix. Son Institut de Géologie, son Musée Houiller et leurs précieuses collections, la riche bibliothèque de son laboratoire et de la Société Géologique du Nord, toute cette œuvre de sa vie et de celle de J. Gosselet, avaient été protégés contre les aléas d'une occupation militaire pendant la guerre précédente, où il était volontairement demeuré à Lille pour en assurer la garde. Et il a pu mourir avec la confiance que seraient cette fois encore respectés les

laboratoires et les collections qu'il avait équipés pour les conquêtes sereines de la science. Il lui aura été épargné, l'amère inquiétude qu'a décrite Gustave Flaubert : celle qu'éprouve, « avec un silence triste, quelqu'un de ruiné qui regarde, à travers les carreaux, des gens attablés dans son ancienne maison ».

\*  
\* \*

Pour animer cette chronique un peu froide, qui donnerait une image imparfaite d'une vie exemplaire de savant, il nous suffira d'évoquer l'attrayante personnalité de l'homme : son visage aux traits nobles, au regard à la fois doux et pénétrant, sa démarche alerte, l'inflexion haute et claire de sa voix, son langage précis, simple et aisé, la distinction de ses manières, l'exquise aménité de son commerce. Celle-ci tempérait, grâce aux mouvements spontanés d'un cœur très délicat, une fermeté d'expression imposée par une volonté puissante et toujours tendue. Sa force, et l'influence qu'il exerçait autour de lui, résidaient dans son jugement sûr, dans la droiture innée de son caractère et dans la ténacité de sa décision. Cette âme d'élite, servie par une intelligence large et pénétrante, aidée par les ressources d'une solide culture classique<sup>1</sup>, avait à son service une vigueur corporelle et une énergie physique qu'avaient entretenues la pratique des sports et la vie au grand air.

Professeur à l'enseignement si lumineux que les domaines les plus ardues des sciences minérales apparaissaient à ses auditeurs débutants comme des considérations déjà familières, il avait de sa mission la conception la plus élevée : « Dans une chaire d'Université, a-t-il écrit, il ne reste point de place pour les intérêts vulgaires, et celui qui l'occupe se doit tout entier à ses élèves, à son enseignement, à la région où il professe, à la science. » Sept de ses élèves ont enseigné dans des chaires importantes, tant en province qu'à Paris ou à l'étranger, pour y transmettre à leur tour le dépôt d'une aussi haute tradition.

Vis-à-vis de ses collaborateurs, son dévouement ne connaît pas de limites. Mais il exige d'eux, en retour, qu'ils se soumettent rigoureusement à cette règle de travail qu'il leur enseigne par l'exemple : pour le naturaliste, la véritable conquête est de recueillir un fait d'observation, car c'est une œuvre définitive. Pour recueillir ce fait, si menu soit-il, tous les efforts de la volonté, toute l'énergie

1. La pratique des langues vivantes étrangères lui fut, avons-nous dit, un auxiliaire précieux. Celle-ci ne lui fit défaut que lors du Congrès géologique de Vienne, où il eut à haranguer, au nom des excursionnistes, le curé de Béraun, en Bohême, qui les avait reçus et n'entendait que le tchèque. Mais Ch. Barrois, suprême ressource, se fit avec aisance leur interprète en latin, à la joyeuse surprise de ses collègues et à la grande satisfaction de l'interlocuteur.

du corps, doivent être tendus. C'est là l'enjeu, et pour lequel il est juste de risquer son bien-être, voire sa vie, que ce soit à l'assaut d'une falaise escarpée ou au fond de la mine, alors qu'il serait déplorable de gaspiller cet effort ou de compromettre son existence pour les perspectives vaines de la gloire individuelle.

Une fois ces faits d'observation recueillis, il importe de les grouper en faisceaux pour tenter d'en faire jaillir la lumière. Mais ici, la même discipline impose au chercheur d'entourer ses conquêtes des soins les plus jaloux, pour les protéger contre les déformations que tendent à leur infliger notre soif de synthèses et d'interprétations, ou, à un niveau inférieur, la tentation d'y rechercher un succès facile.

C'est pourquoi, élargissant cette doctrine scientifique jusqu'à en faire une règle de conduite morale, Ch. Barrois refusait catégoriquement d'altérer, pour céder aux sollicitations de l'opinion courante, ou de l'intérêt personnel, ce qu'il avait reconnu être la vérité. Trop d'hommes de science de nos jours, sortaient, à son avis, de leur domaine pour chercher en marge une popularité rapide. Il ne se départait de son indulgence coutumière qu'à cette occasion, et réservait alors l'expression de son mépris aux procédés faciles des hommes qui sollicitent les honneurs ou les charges par d'autres moyens que par le travail et l'accomplissement fidèle de leur tâche.

Cet homme d'apparence froide était animé d'un feu intérieur, flamme très pure de l'idéal qu'il assignait à la recherche scientifique : « aider le genre humain à s'affranchir graduellement, à travers les temps, des entraves matérielles », puisque « tout effort de la science accroît notre liberté d'action ». Notre liberté d'action, il ne la concevait, en Français qu'il était, que placée en équilibre au double service de la liberté individuelle et du bien général.

A fréquenter avec passion la nature et le passé grandiose de la planète, il avait coudoyé à chaque instant l'œuvre divine, et la foi calme et sereine qu'il avait fondée sur cette contemplation l'aida à supporter les épreuves que la vie ne lui a pas épargnées ; la plus cruelle, la mort à 20 ans de son fils aîné, plein de promesses et d'avenir, lui avait laissé au cœur une blessure secrète et profonde.

Par son exemple encore, par la vénération avec laquelle il entourait son maître Jules Gosselet, il a légué à ses élèves une autre consigne que les mœurs actuelles auraient peut-être tendance à négliger : le respect et la fidélité reconnaissante envers les hommes qui nous ont précédés et de qui nous tenons une partie de ce que nous sommes. J. Gosselet répondait à ses délicates prévenances par une confiante affection.

Cette amitié sûre et profonde, où tous deux puisaient d'inappréciables joies, est demeurée comme un merveilleux modèle à ceux qui en furent les témoins. Avec l'auteur de ces lignes, dont il



guidait, il y a trente ans de cela, les premiers pas de géologue sur les collines d'Artois, J. Gosselet se laissait aller quelquefois à ce sujet à des confidences, qui trahissaient, et la joie secrète de l'ami, et la fierté du maître, celle-ci non dissimulée. Parlant de l'œuvre de son brillant élève, il aimait à en dire : « Barrois est un classique. » Et, dans son regard déjà si vif, l'éclair de malice qui ponctuait cette phrase soulignait parfaitement une restriction mentale, car Gosselet se rangeait lui-même, évidemment, au camp des romantiques.

Si l'on donne à ces termes la définition qu'en a proposée un jour notre confrère Jacques de Lapparent, et qui est bien de sa manière pénétrante et colorée : sont classiques ceux qui « dominent leur tempérament » — étant entendu que les romantiques se laissent naturellement entraîner par le leur — Charles Barrois appartenait en effet à la première tendance.

En matière de recherche scientifique, un classique est un « croyant » ; quand il a reconnu, après mûre réflexion ou après une certaine expérience, l'exactitude d'une doctrine et l'excellence d'une méthode, il y adhère et s'y soumet, travaillant sans arrière-pensée à affermir la doctrine, en appliquant la méthode. La recherche de la vérité se fait, pour lui, par les voies, sans doute laborieuses, mais directes, de la discipline, plutôt que par les cheminements moins austères où le conduirait son caprice. Et si, à chaque génération scientifique, les romantiques sont indispensables pour remuer les idées et tracer des sillons nouveaux, les classiques ont une vocation essentielle, qui est d'accomplir la tâche et d'en réaliser le succès. Vis-à-vis des âmes très ardentes, ils n'ont peut-être pas choisi la meilleure part, mais ils ont la mission de faire œuvre durable, ce « κτῆμα ἐς αἰὶν » dont rêvaient les Anciens. C'est ainsi qu'a travaillé Ch. Barrois et qu'il a dirigé ses élèves.

Que la méthode de paléontologie stratigraphique, par exemple, soit à la base de l'étude d'une région et de sa reconstruction structurale, qu'elle doive péniblement précéder tout essai de synthèse, Ch. Barrois en avait reçu de Gosselet à la fois l'enseignement et l'exemple, puisque c'est à son application rigoureuse que nous devons la magistrale étude de celui-ci sur l'Ardenne. Ch. Barrois s'est toujours déclaré farouchement soumis à ce principe. C'est lui qu'il applique déjà à son étude de la craie d'Angleterre, puis à ses recherches sur les Asturies. C'est lui qu'il met en œuvre surtout et inlassablement en Bretagne. C'est lui enfin qu'il a si brillamment utilisé, mais au prix d'une longue patience, pour débrouiller la structure du gisement houiller du Nord de la France. Sa foi en la méthode est ici complète ; il n'admet point vis-à-vis d'elle de compromissions ou d'abandons, renverse en son nom certaines idoles, même si elles lui sont chères, et lorsqu'elle est inopérante et muette, il préfère l'aveu d'impuissance, le silence

ou la réserve : si les nécessités de la cartographie lui imposent par exemple, en Bretagne, d'assigner la couleur d'un étage à une formation qu'il n'a pu dater paléontologiquement, la notice explicative qu'il rédige s'empresse d'attirer l'attention sur l'incertitude que dissimulent les exigences graphiques et sur le problème demeurant à résoudre.

Il nous apparaît sous le même jour cartésien lorsqu'il s'attaque au grand problème de métamorphisme dans le massif armoricain, à l'époque où les idées courantes faisaient de tout terrain cristallin un terrain primitif et l'ossature ancienne du pays. Cependant, en Allemagne et en France, l'école pétrographique avait reconnu certains passages latéraux des séries sédimentaires aux schistes cristallins. Sa conviction établie dans ce sens, Ch. Barrois travaille pas à pas à en apporter les preuves. Les contours, laborieusement dessinés par lui, montrent sur ses cartes les sédiments réfractaires à ces transformations, passant sans dérangement à travers les gneiss de Brest ou de Vannes, par exemple, en résistant ou y faisant écran à la transformation métamorphique, tandis que le dessin du granite de Rostrenen et celui du granite de Moncontour, insérés dans un pays plissé sans en déranger l'ordonnance, figurent à présent dans les traités de géologie à titre d'acquisitions solides de la science. Et il ne semble pas possible aujourd'hui d'édifier une théorie sur le métamorphisme régional, ou sur la formation des granites, qui ne tiendrait pas compte de ces observations fondamentales. Elles ont grandement contribué à la réputation de Ch. Barrois.

\* \* \*

La gloire des véritables hommes de science est, d'ailleurs, d'une essence particulière. Elle brille dans les zones réservées de l'esprit, en évitant l'éclat et la sonorité des forums, qui tarissent trop souvent les sources du labeur. Et elle tend de préférence la main à ceux qui ne l'ont pas sollicitée. Ainsi Saül, c'est Goethe qui nous le rappelle, en cherchant les ânesses de son père, avait trouvé un royaume.

La renommée de Ch. Barrois s'est d'abord établie à l'étranger. En France, l'hommage de ses pairs le porta dès 1897 à la présidence de la Société Géologique, à celle du Comité de Géologie de l'Office National des Combustibles Liquides au moment de sa création, à celle du District du Nord de la Société de l'Industrie Minérale, hommage significatif des mineurs au géologue, et surtout, en 1927, à celle de l'Académie des Sciences, où il était entré en 1904, comme membre de la Section de Minéralogie. Le gouvernement français fit écho à ces manifestations en décernant la cravate de comman-

Bull. Soc. Géol. Fr. (5) X. — 16.

deur de la Légion d'honneur, en 1923, à celui dont il avait, distinction rare à cette époque, fait un chevalier à l'âge de 37 ans. A l'étranger, de bonne heure aussi, les portes des grandes académies lui avaient été ouvertes : Société Royale de Londres et Société Royale d'Edimbourg, Académies des Sciences de New-York et de Madrid, Académie Royale de Belgique, Académie Pontificale, tandis que les Sociétés Géologiques d'Autriche, d'Allemagne, de Belgique, de Grande-Bretagne, des Etats-Unis l'ont inscrit parmi leurs membres d'honneur, que de nombreuses Universités, allemandes, belges, britanniques, tchèques, lui décernaient le diplôme de Docteur *honoris causa*, que les gouvernements autrichien, belge, espagnol, suédois lui avaient conféré leurs ordres nationaux et qu'enfin, à chacune des assises internationales de la Géologie, il siégeait au bureau de nos Congrès, entouré des égards les plus significatifs, depuis qu'en 1900 il avait organisé avec plein succès, comme Secrétaire général, aux côtés du Président Albert Gaudry, le beau Congrès tenu à Paris.

Ces honneurs n'ont jamais altéré sa profonde modestie. Il n'a connu, en effet, d'autre ambition que de faire œuvre utile. Les honneurs sont éphémères et l'homme est maintenant disparu : mais son œuvre nous reste et elle est importante.

## II. — L'ŒUVRE GÉOLOGIQUE DE CHARLES BARROIS.

Pour prononcer sur elle un jugement objectif, comportant à la fois l'éloge et la critique, le lecteur estimera sans doute qu'un élève, qu'il honorait de sa confiante amitié, est assez mal désigné. Aussi l'exposé qui va suivre sera-t-il surtout analytique. Et, pour apprécier l'œuvre, nous invoquerons de préférence le jugement de ses pairs.

Ch. Barrois a abordé de front toutes les disciplines de la géologie. Le champ qu'il cultiva davantage fut évidemment celui de la stratigraphie, mais il travailla les autres avec le même bonheur. Ses recherches en paléontologie et en pétrographie sont également importantes. En tectonique, grâce aux prémices de l'étude stratigraphique, il s'est toujours avancé en un terrain suffisamment sûr pour que ses constructions, dépouillées des ornements qu'y eussent pu introduire la mode des théories en vogue, présentent le caractère d'une grande solidité. Enfin, il n'est point jusqu'à la morphologie qui n'ait retenu son attention, lorsqu'il eut fréquenté, de longues années durant, le paysage armoricain. Nous possédons de lui quelques mémoires de ce genre, dont l'un [135] définit les régions géographiques de la Bretagne. Ils s'inscrivent toutefois à titre d'« essais », en marge de son œuvre principale.

\*  
\* \*

Nous avons dit que ses heureux débuts sur les terrains créacés du bassin anglo-parisien avaient aussitôt classé Ch. Barrois au rang des meilleurs stratigraphes de sa génération <sup>1</sup>. Mais loin de demeurer le spécialiste des formations de craie, il les délaissa peu à peu, avons-nous vu, pour se consacrer presque uniquement aux terrains primaires, dont il a entrepris l'étude d'à peu près toute la série et dans des régions très diverses.

En Espagne, les Asturies et la Galice lui fournissent la matière de ce beau mémoire [55], où la succession complète, du Cambrien au Permien, est étudiée et décrite ; où, dans le Dévonien en particulier, sont reconnus tous les termes classiques ; où, dans le Carbonifère, est fixé pour la première fois l'âge des griottes, des calcaires de la Lena et des Cañons. « Ce travail mémorable a été utilisé dans toutes les reconstitutions de l'Europe hercynienne, notamment dans celles d'Edouard Suess » et, près de soixante ans après sa publication, « il reste encore la source d'information la plus précise que nous ayons sur les régions primaires de l'Espagne » <sup>2</sup>.

En Bretagne, si l'on compare son œuvre stratigraphique personnelle à celle que lui avaient léguée ses devanciers, les de Fourcy, Pouillon-Boblaye, Dalimier, Le Hir, Lebesconte, on y trouvera à la fois la même ampleur et la même précision. Bornons-nous à marquer ici les étapes majeures du progrès réalisé par lui.

L'analyse du Dévonien de la rade de Brest en est une : il fixe l'âge gédinnien des Quartzites de Plougastel, découvre le Dévonien supérieur [100] dans le massif armoricain et réalise une comparaison fructueuse avec la série classique de l'Ardenne [143]. Une autre étape décisive est sa découverte que les schistes de Châteaulin, assimilés jusque là aux ardoises ordoviciennes d'Angers, sont en réalité d'âge carbonifère inférieur [84]. Ceci, du même coup, jette le trait de lumière essentiel sur la structure du massif armoricain, par la révélation du grand synclinal central, profond et continu de Châteaulin à Laval. C'est alors que la transgression dévonienne sur les formations antérieures, un des traits dominants (quoique dissimulé à un observateur superficiel) de l'histoire géologique de la Bretagne, que la transgression du Carbonifère inférieur, phénomène

1. Voici, sur la thèse qu'il publia à l'âge de 25 ans, le jugement que portait, trente-deux ans plus tard, le D<sup>r</sup> Arthur Rowe, l'auteur anglais le plus spécialisé dans l'étude de la craie : « A work which not only revolutionized english chalk geology, but had an equally far reaching effect on the study of other formations. Dr. Barrois' conception was philosophical, it was simple and it was true. Since that date other writers have subdivided..., but the main scheme of the work remains intact and stands to day as it stood then, a work of genius unapproached and unapproachable. » (*Proceed. Geol. Assoc. London*, vol. XX (1908), p. 215.)

2. *CR. Acad. Sciences*, t. 209, n° 20 (nov. 1939), p. 710 (Notice nécrologique sur Ch. Barrois).

qui servira de type à ce que H. Stille appellera, dans la suite, la « bretonische Phase » de l'orogénèse hercynienne, lui apparaissent en conclusion de ses patients levés sur le terrain. Et cependant, l'une et l'autre avaient échappé sur les coupes de détail et l'on parle encore parfois d'aires de sédimentation continue en Bretagne, depuis le Cambrien jusqu'au Viséen.

Son étage « briovérien » nous fournit un exemple de cette discipline rigoureuse, qu'il s'imposait, de n'avancer aucune détermination chronologique d'un terrain, s'il n'avait pu l'étayer sur des caractères tirés de la faune. Il crée cet étage et le définit comme un terme provisoire (*x* de sa carte géologique) où il range les sédiments antérieurs au Poudingue et au Schiste pourprés. Il se garde bien, en l'absence de preuves paléontologiques suffisantes, d'en effectuer l'assimilation globale à un terme de l'échelle stratigraphique. Il refuse, jusqu'à preuve du contraire, de suivre ceux qui, par amour des accolades, en font de l'Algonkien : attitude prudente et consciencieuse, que la suite a justifiée. Car il put reconnaître ultérieurement [221, 229] qu'au moins les plus récents de ces terrains *x*, les dalles de Néant et les calcaires de Saint-Thurial, appartiennent déjà en réalité au système cambrien, tandis que les découvertes paléontologiques de ses successeurs [216] ont permis d'assigner un âge carbonifère à des formations homologues (grauwackes de Morlaix), provisoirement groupées par lui dans son Briovérien.

C'est à Ch. Barrois qu'est due aussi cette découverte que les « schistes bleus de l'Artois », amenés par charriage sur le terrain houiller du Pas-de-Calais, le long de la Grande faille du Midi, et que l'on croyait carbonifères, sont d'âge silurien supérieur [139, 142], et il a donné, dans une large collaboration avec son maître J. Gosselet et avec ses propres élèves, une monographie devenue classique [206] des couches de passage du Silurien au Dévonien, dans le tréfonds que recouvrent les collines crayeuses de l'Artois.

Enfin, le couronnement de cette œuvre stratigraphique fut bien l'application qu'il fit des méthodes de cette science à l'étude du terrain houiller du Nord de la France, où seule la géométrie avait jusque là guidé de préférence les mineurs. Il le fit avec le grand souci de la précision, en mettant en jeu son inépuisable patience, parcourant toutes les galeries abordables des charbonnages avec l'équipe de collaborateurs qu'il avait spécialement formée dans ce but. Et il réussit, après vingt-cinq années de ce travail, à dresser une échelle de la série westphalienne, si minutieuse et si exacte qu'elle sert de guide sans défaillance à l'exploitation minière, et que, réalisée à la faible clarté de la lampe du mineur, elle rivalise pourtant de précision avec les analyses les plus fines qu'un géologue ait pu faire dans ce genre à la lumière du jour.

\*  
\* \*

Si la paléontologie lui a fourni les seules bases auxquelles il appuyait ses déterminations stratigraphiques, c'est dire qu'il aborda cette science sous un angle bien défini, lui consacrant de gros mémoires précisément chaque fois qu'il s'agissait d'étayer ses conclusions. Après une incursion de courte durée dans la faune du Crétacé [28, 42], il a touché successivement, dans le même esprit et avec le même soin scrupuleux, à tous les groupes d'invertébrés paléozoïques : Spongiaires, Polypiers, Graptolithes, Brachiopodes, Lamellibranches, Gastéropodes, Céphalopodes, Arthropodes. Faur es dévoniennes et carbonifères des Asturies [55], faune du Grès armoricain [107], faune du calcaire dévonien d'Erbray, à laquelle il consacre une très importante monographie [97], faunes graptolithiques de France, dont il fait l'étude et la révision générale [109], faune siluro-dévonienne de l'Artois [206], faune marine du terrain houiller [194] : en chacune de ces occasions, il manie toujours le critère paléontologique dans le souci principal d'éclairer la stratigraphie, définit ses espèces en fonction de leur valeur comme fossiles caractéristiques et évite toute incursion dans une voie pourtant si captivante : celle de la méditation philosophique sur l'origine ou les filiations des êtres vivants. La paléontologie est pour lui une chronologie aussi exacte que possible de la vie organique, déchiffrée avant tout dans une intention utilitaire, au service du géologue.

Cette même intention et son esprit de finesse l'ont préservé d'une tendance néfaste, qui consiste à pulvériser les espèces, au point de submerger le stratigraphe sous une avalanche de distinctions subtiles ou insaisissables, capables de le faire douter, comme il arrive parfois, sinon de la paléontologie, ce qu'à Dieu ne plaise, du moins du paléontologiste ou de lui-même. Ses déterminations de fossiles, contrôlées à chaque instant par sa connaissance personnelle des terrains d'où il les a exhumés, ont ainsi le grand mérite de la solidité. C'est en quoi ses monographies paléontologiques sont assurées de conserver toute leur importance documentaire.

Au cours de ses propres recherches, il avait reconnu l'excellence du *Handbuch der Paleontologie* de K. von Zittel et regretté qu'il n'ait point son équivalent en sa langue maternelle. C'est à lui que Zittel eut naturellement recours lorsqu'il décida de traduire son ouvrage, pour le mettre à la disposition des chercheurs français. Il fallait que Ch. Barrois fût convaincu qu'un tel travail s'imposait, pour qu'il acceptât cette tâche ingrate, si peu conforme à son tempérament. En collaboration avec ses élèves, de 1883 à 1894, il fit paraître successivement la traduction française des quatre tomes du *Traité de Paléontologie* de Zittel, ouvrage fondamental et modèle, parce qu'il est accessible au débutant grâce à sa

claire ordonnance, et apprécié des spécialistes grâce à sa précision. On peut dire que, pendant les quarante années qui ont précédé l'apparition des premiers traités paléontologiques dus à des auteurs français, la traduction de Barrois a rendu des services considérables à toute une génération de savants de son pays mal familiarisés avec la langue allemande.

\* \* \*

Le domaine armoricain qu'il explorait exigeait à chaque instant de Ch. Barrois qu'il mît en œuvre ses connaissances pétrographiques. Il les perfectionna à mesure que les nécessités de ses recherches l'exigeaient, en fréquentant à Paris les laboratoires de Fouqué et de Michel-Lévy, à une époque où l'école pétrographique française montrait une si grande activité. Ici encore, c'était le stratigraphe qui cherchait à éclairer sa reconstitution du passé, par l'étude au microscope des roches qu'il recueillait sur le terrain.

Peu à peu, les restes des volcans de Bretagne, avec leurs éruptions successives, et leurs incidences sur l'histoire des accumulations sédimentaires, sont découverts et analysés par lui : volcans basiques briovériens d'Erquy, volcans andésitiques, d'âge Trémadoc, de Comblessac [211, 222, 235], volcans diabasiques siluriens du Menez-Hom [107], éruptions dévoniennes ou dinantiennes du Finistère et des Côtes-du-Nord, éruptions permienncs enfin des Côtes-du-Nord et de l'Ille-et-Vilaine, dont le réseau dense de filons doléritiques, qu'il a dessinés avec un si grand soin, révèle l'extraordinaire ampleur.

Nous avons vu plus haut que le passage latéral des séries sédimentaires aux roches métamorphiques a longuement retenu son attention. Non seulement il en a décrit les modalités par une longue étude sur le terrain, dont ses cartes fournissent la plus précieuse illustration, décrivant le passage, à travers les massifs granitiques, des grès transformés en quartzites et en filons de quartz [64], des sédiments charbonneux passant à l'état de traînées graphitiques [188], mais il a consacré aussi à certains groupes de schistes cristallins des monographies détaillées, par exemple : aux amphibolites à glaucophane de Groix [60, 61], aux pyroxénites [88] ou aux schistes à chloritoïde du Morbihan [66], aux roches cristallines de Lanmeur [95] ou de Paimpol [141, 145], au poudingue métamorphique de Cesson [120].

Mais c'est à l'examen des roches intrusives elles-mêmes, des granites [81, 71], des granulites [90], des diorites et gabbros [239], de leurs contacts, de leurs auréoles [236], de leurs modifications endomorphes et exomorphes, que son talent de pétrographe s'est principalement exercé. Son mémoire sur « le granite de Rostrenen, ses apophyses et ses contacts » [71] est une monographie qui est devenue classique et qui est le meilleur témoin, à la fois de ses

qualités d'observateur sur le terrain comme au laboratoire, et aussi de l'effort soutenu et patient qu'il savait dédier à l'étude de tels problèmes.

On suit pas à pas, au cours de ses recherches échelonnées sur un demi-siècle, la lente évolution de ses idées sur les magmas intrusifs. Parti d'un système rigide qui isolait un certain nombre de types chimiques et définissait des venues différentes dans le temps et dans l'espace, il aboutit vers la fin de sa carrière à cette conception plus large que les entités pétrographiques ainsi définies sont, en réalité, des modalités différentes d'un seul et même phénomène et que leurs variétés physiques ou chimiques sont principalement imputables, dans la majorité des cas, aux réactions des roches encaissantes, à la nature des terrains digérés, à la profondeur à laquelle la roche cristalline s'est constituée, mise en place et solidifiée. Une note d'une fort belle venue, présentée au Congrès international de Suède [189], où il insiste sur les différences de texture des granites bretons suivant que leur position est anticlinale ou synclinale, marque le début de cette évolution. Dès lors, il se libère des idées reçues, pour orienter ses recherches dans le sens qu'il a reconnu justifié par ses observations.

Ainsi les microgranulites, ou encore les kersantites de la rade de Brest, dont il a donné une excellente analyse [83, 161], lui apparaissent comme de tardives injections superficielles à l'aurole des massifs granitiques, la diorite quartzique de Saint-Brieuc et de Coutances, comme un granite mis en place, en profondeur et modifié par son encaissement dans les roches basiques d'Erquy, les granulites comme des intrusions, les unes anciennes, les autres tardives, dans un encaissement de roches silico-alumineuses, l'analyse chimique trahissant ainsi la nature des terrains auxquels la roche cristalline s'est substituée, tandis que la texture du produit cristallin, feuilletée ou grenue, révèle surtout les conditions de profondeur où le phénomène s'est accompli.

Sans doute ne trouve-t-on point, dans les mémoires de Ch. Barrois, certains vocables aujourd'hui en faveur ; s'il y parle de pression et de profondeur, sans employer par exemple le terme significatif et commode de tension ; s'il en ignore d'autres délibérément, parce qu'il les considère, à juste titre, comme un peu hermétiques ; du moins les faits et les idées que les pétrographes modernes considèrent comme essentiels y sont-ils indiqués dans un langage clair et prêts à subir, si l'on tenait à sacrifier aux exigences de la mode, la traduction dans le vocabulaire des initiés.

Les observations pétrographiques de Ch. Barrois, sur le terrain et au laboratoire, sont de celles qui, rassemblées par une longue patience, ont sur nos interprétations théoriques un droit imprescriptible, celui de les diriger. Elles nous commandent de douter de nos systèmes, lorsqu'ils s'accommodent mal de faits ainsi



recueillis. C'est évidemment à des géologues comme Barrois que M. l'ingénieur en Chef des Mines J. Durand songeait, quand il déclarait dernièrement préférer garder les yeux ouverts, plus disposé à modifier l'hypothèse favorite qu'à mettre en doute les observations des anciens : ceux-ci, heureusement moins riches en théories, et surtout « moins pressés que nous, ont souvent mieux vu »<sup>1</sup>.

\*  
\*  
\*

Ce n'est qu'une fois achevée l'histoire stratigraphique d'une région, que Ch. Barrois se hasardait à sa reconstruction structurale. La tectonique, aimait-il à répéter, n'est abordable en toute loyauté et viable en toute garantie, qu'assise sur la longue analyse du stratigraphe. On doit à Ch. Barrois, en géologie structurale, trois réussites de ce genre.

La plus remarquable, sans doute, est celle qui couronna son étude du Bassin houiller du Nord de la France. Lorsqu'il l'entreprit en 1905, la structure de ce gisement semblait parfaitement expliquée par une théorie à la fois lumineuse et séduisante : lumineuse, parce qu'elle éclairait apparemment de la même clarté les déformations subies par ce bassin houiller et le mécanisme des grands charriages alpins ; séduisante aussi, parce que la reconstruction ainsi proposée permettait, grâce au jeu d'empilements horizontaux de terrains transportés, d'escompter dans la profondeur du bassin des réserves de combustible illimitées. Cette euphorie ne parut pas justifiée à Ch. Barrois. Mais il avait pour doctrine, non de critiquer pour le simple plaisir de démolir un système, mais de construire patiemment, comptant sur la seule solidité de l'édifice nouveau pour le faire prévaloir. On ne trouvera, dans aucun de ses mémoires sur le Bassin du Nord, la moindre critique exprimée des interprétations que son œuvre a condamnées.

Mais, peu à peu, les coupes hypothétiques du gisement, dessinées d'après les idées de Marcel Bertrand dans les bureaux des charbonnages, firent place, malgré les perspectives plus modestes qui allaient ainsi affecter le calcul des réserves en profondeur, à des coupes plus réalistes, tracées en suivant les horizons stratigraphiques reconnus par Ch. Barrois. Alors le bassin apparut, non comme une cuvette unique et très profonde, enrichie d'importantes accumulations de massifs, superposés par le jeu de failles faiblement inclinées, mais comme un faisceau de plis, rompu en écailles se chevauchant l'une l'autre du Nord au Sud, ramenant constamment près de la surface les couches profondes du gisement.

Il avait procédé de la même manière pour définir la structure du massif armoricain. Il y mit en évidence le rôle majeur des accidents

1. J. DURAND. Notes de pétrographie. *Publications du Bureau d'Etudes géologiques et minières*, Paris, 1939, p 50.

directionnels, failles inverses installées sur le flanc laminé d'un pli anticlinal couché, produisant la dissymétrie des bassins sédimentaires, leur étirement en fosses étroites, leur morcellement en écailles. Si ce vieux pays ridé fut, lui aussi, l'objet des sollicitations de théories chatoyantes, et si, à la manière de ces provinciales qui suivent la mode parisienne avec quelque retard, en abandonnant à tort leur costume régional, la Bretagne elle aussi fut, un court instant, enrôlée par certains au clan des pays de nappes, Ch. Barrois, loin d'entrer dans des discussions qu'il jugeait stériles, continua simplement d'assembler des observations, laissant à celles-ci le soin de faire prévaloir la synthèse qu'il avait édifiée.

Son étude du Crétacé des Iles britanniques [20] mérite aussi de retenir l'attention des tectoniciens. En conclusion de ses recherches stratigraphiques, les ondulations de la craie du bassin anglo-parisien y sont tracées et, dès cette époque, l'axe du pays de Bray est raccordé avec celui de l'île de Wight, celui de la Bresle avec l'anticlinal de Winchester, celui de l'Artois avec l'axe de Kingsclere et du pays des Wealds.

Mais une chose frappera surtout le lecteur : c'est de voir explicitement formulée, dès 1876, au terme près, l'idée qu'Edouard Suess rendit classique sous l'appellation de « plis posthumes ».

« Il s'est produit, écrit-il [20, p. 120], dans cette région comprise entre la Belgique et le Hampshire, trois refoulements successifs du Sud vers le Nord : le premier après le dépôt du Silurien, le second à la fin de la formation de la houille, le troisième après l'époque crétacée. » Et il en conclut : « Les mêmes mouvements du sol se sont donc répétés à de longs intervalles. »

Il en apporte tout un faisceau de preuves. Elles illustrent une loi dont la paternité revient, ainsi qu'il l'indique lui-même, à Godwin-Austen, qui l'a énoncée dès 1856 <sup>1</sup>. Mais lorsqu'il l'exprime sous la forme suivante [20, p. 116] : « Les accidents anciens ont fait sentir leur influence, de façons différentes, mais d'une manière *continue* pendant les périodes géologiques », on est surpris de trouver déjà, sous la plume du jeune géologue lillois, l'idée et l'épithète même que Marcel Bertrand popularisera, dix-huit ans plus tard, dans son célèbre mémoire « sur la continuité du phénomène de plissement » <sup>2</sup>, et où il appuiera d'ailleurs sa magistrale démonstration en majeure partie sur les conclusions mises en évidence en 1876 par Ch. Barrois.

1. « The general law seems to be that, when any band of the earthy crust has been greatly folded or fractured, each subsequent disturbance follows the very same lines, — and that, simply because they are the lines of least resistance. » (R. GODWIN-AUSTEN. On the possible extension of the Coal Measures beneath the South eastern part of England, *Quart. Journ. Geol. Soc.*, t. XII, 1856, p. 38.

2. MARCEL BERTRAND. *B. S. G. F.*, sér. 3, t. 20, p. 164 (1892).

\*  
\* \* \*

Avec Charles Barrois, géologue complet, rompu à toutes les disciplines de la géologie, s'éteint la génération scientifique qui avait pu s'offrir ce qui nous apparaît désormais comme un luxe enviable, mais aboli : compter des hommes aptes à explorer les différents domaines de leur science avec la même maîtrise et un égal bonheur.

De nos jours où, par exemple, le stratigraphe s'en remet souvent à des spécialistes, ayant pignon sur rue, du soin de déterminer ses fossiles ou de définir ses roches, avec tous les aléas que comporte une telle division du travail ; où le géologue de terrain parcourt son domaine quelquefois un peu désarmé par un tel « contingentement » de la recherche scientifique, mal prémuni contre certaines « erreurs en retour », provenant d'oracles prononcés en cabinet par des autorités qui risquent de perdre le contact avec la nature, nous en sommes arrivés à concevoir à juste titre une grande admiration pour ces esprits à la formation si équilibrée, aux connaissances si larges, aux aptitudes si souples, qu'ils pouvaient évoluer en pleine indépendance dans le domaine qu'ils avaient à défricher. Ils avaient à leur disposition une panoplie d'outils variés, bien à eux, pour mettre eux-mêmes à l'épreuve, et, à chaque instant, les progrès de leurs investigations.

Actuellement, entraînés par la vitesse accrue de la carrière humaine, nous sommes enclins, pour aboutir, à nous partager les tâches. Certes, l'effort ainsi organisé conduit à une œuvre plus achevée. Mais il faut avouer que ce système comporte une cause de faiblesse. Le « travail à la chaîne » nous laisse sans protection efficace contre les accidents engendrés par l'excessive spécialisation. Un seul remède, semble-t-il, peut compenser ce défaut : un travail d'équipe parfaitement coordonné, ne serait-ce que par une émulation, de qualité supérieure, dirigée vers le succès final du labeur en commun. Tant il est vrai qu'il soit désormais impossible, à cause des exigences de plus en plus absorbantes de la recherche, de trouver des épaules titanesques capables de supporter seules la charge d'un tel effort.

A ce tournant de l'histoire des sciences géologiques, Charles Barrois disparaît. Parmi les géologues français, il aura été l'un des derniers et des plus illustres représentants de ce que les générations à venir considéreront peut-être comme une race de géants.

## LISTE DES PUBLICATIONS

DE

CH. BARROIS

## Notes et Mémoires

Abréviations dans les références : *B. S. G. F.*, pour *Bulletin de la Société Géologique de France*. — *A. S. G. N.*, pour *Annales de la Société Géologique du Nord*. — *CR. Ac. Sc.*, pour *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*. — *A. F. A. S.*, pour *Association Française pour l'Avancement des Sciences*.

## 1873.

1. Sur le terrain crétacé du Boulonnais entre Saint-Omer et Boulogne ; *Mém. Soc. Sciences de Lille*, 3<sup>e</sup> sér., t. XI, p. 25.

## 1874.

2. Sur la faune marine du terrain houiller du bassin septentrional de la France ; *B. S. G. F.* (3), t. II, p. 223.
3. L'étage de la gaize dans le Boulonnais ; *ibid.*, p. 226.
4. Compte rendu (comme secrétaire) de l'excursion de la Société Géologique de France à Mons et à Avesnes ; *ibid.*, p. 533.
5. Catalogue des poissons du terrain crétacé du Nord de la France ; *Bull. Scient. du Nord*, t. V, p. 123.
6. Sur le *Byssacanthus Gosseleti*, poisson dévonien de l'Ardenne ; *A. F. A. S.*, session d'août 1874, p. 1.
7. Sur le Gault et sur les couches entre lesquelles il est compris dans le bassin de Paris, du Pas-de-Calais à la Bourgogne ; *A. S. G. N.*, t. II, p. 1.

## 1875.

8. Description géologique de la craie de l'île de Wight ; *Ann. Sc. Nat. Paris* t. XIII, p. 1, 1 pl.
9. Sur l'Aachénien et la limite entre le Jurassique et le Crétacé dans l'Aisne et les Ardennes ; *B. S. G. F.* (3), t. III, p. 257.
10. Catalogue des Reptiles du terrain crétacé du Nord du bassin de Paris ; *Bull. Scient. du Nord*, t. VI, p. 1.
11. Sur les ondulations de la craie dans le Sud de l'Angleterre ; *A. S. G. N.*, t. II, p. 85.
12. Sur la zone à *Belemnites plenus* : étude du Cénomaniens et du Turonien de l'Est du bassin de Paris ; *ibid.*, p. 145.
13. Sur l'âge des couches de Folkestone, du Lower-Greensand d'Angleterre ; *ibid.*, t. III, p. 84.
14. Sur l'âge des couches de Blackdown dans le Devonshire ; *ibid.*, t. III, p. 1.
15. Sur le terrain crétacé de l'île de Wight ; *B. S. G. F.* (3), t. II, p. 429.
16. Le Gault du bassin de Paris ; *ibid.*, t. III, p. 707.

## 1876.

17. La dénudation des Wealds et du Pas-de-Calais ; *A. S. G. N.*, t. III, p. 75.
18. Sur l'Éocène supérieur des Flandres ; *ibid.*, p. 84.
19. Sur l'âge des couches de Totternhoe dans le Bedfordshire ; *ibid.*, p. 145.
20. Recherches sur le terrain crétacé supérieur de l'Angleterre et de l'Irlande ; (*Thèse inaugurale pour le Doctorat*), 3 pl., *Mém. Soc. Géol. Nord*, t. I.
21. Sur la craie de l'Irlande ; *A. S. G. N.*, t. III, p. 189.
22. Embryologie de quelques éponges de la Manche ; *Ann. Sc. Nat. Paris*, t. III, p. 1, 5 pl. (*Thèse pour le Doctorat ès sciences naturelles*).
23. Sur le terrain silurien de l'Ouest de la Bretagne ; *A. S. G. N.*, t. IV, p. 38.
24. Sur le terrain dévonien de la rade de Brest ; *ibid.*, p. 59.

## 1877.

25. Les minerais de fer de la Bretagne ; *A. S. G. N.*, t. IV, p. 130.
26. Sur les traces de l'époque glaciaire en quelques points des côtes de la Bretagne ; *ibid.*, p. 186, 1 pl.
27. Relation d'un voyage géologique en Espagne ; *ibid.*, p. 292 (Reproduit en espagnol dans le *Boletín del Mapa Geológico de España*).
28. Description d'espèces nouvelles de Molusques crétacés de l'Est du bassin de Paris (en collaboration avec M. de Guerne) ; *A. S. G. N.* t. V, p. 42, 3 p.
29. Sur le terrain dévonien de la province de Léon (Espagne) ; *A. F. A. S.*, Le Havre (Reproduit dans le *Boletín del Mapa Geológica de España*).

## 1878.

30. Les sables de Sissonne (Aisne) et les alluvions de la vallée de la Souche ; *A. S. G. N.*, t. V, p. 84.
31. Sur les alluvions de la rivière d'Aisne ; *ibid.*, p. 110.
32. Compte rendu de l'Excursion géologique dans les Ardennes ; *ibid.*, p. 140.
33. Sur un gabbro de la presqu'île de Crozon ; *B. S. G. F.* (3), t. VI, p. 178.
34. Mémoire sur le terrain crétacé des Ardennes et des régions voisines ; *A. S. G. N.*, t. V, p. 227.

## 1879.

35. A geological sketch of the Boulonnais ; *Proceedings of the Geol. Assoc. London*, t. VI, p. 1.
36. Excursion of the Geologist's Association to Boulonnais ; *ibid.*, p. 39.
37. Mémoire sur le terrain crétacé du Bassin d'Oviédo (Espagne) ; *Ann. Sc. Nat. Paris*, t. X, n° 1, 1 pl. (Traduit en espagnol dans le *Bulletin de la carte géologique d'Espagne*).
38. Relation d'une mission scientifique aux Etats-Unis, 1878-79 ; *A. S. G. N.*, t. VI, p. 228 (Discours présidentiel).
39. Le marbre griotte des Pyrénées ; *ibid.*, p. 270.
40. Sur l'étendue du système tertiaire inférieur dans les Ardennes et sur les argiles à silex ; *ibid.*, p. 340.
41. Sur la faune troisième silurienne du Finistère ; *A. F. A. S.* Montpellier.
42. Sur quelques espèces nouvelles ou peu connues du terrain crétacé du Nord de la France ; *A. S. G. N.*, t. VI, p. 449, 3 pl.
43. Sur les alluvions de la Serre ; *ibid.*, t. VII, p. 82.
44. Notes on the Rev. J. F. Blake's paper on the Chalk of Yorkshire ; *Proceed. Geol. Assoc. London*, vol. VI, p. 165.

## 1880.

45. Sur la faune quaternaire de Sangatte ; *A. S. G. N.*, t. VII, p. 181.  
 46. Sur l'étage turonien de l'Irlande ; *ibid.*, p. 173.  
 47. Sur les formations quaternaires et actuelles des côtes du Boulonnais ; *B. S. G. F.* (3), t. VIII, p. 552.  
 48. Sur le terrain silurien supérieur de la presqu'île de Crozon ; *A. S. G. N.*, t. VII, p. 258.  
 49. Sobre las Kersantitas recientes de Asturias ; *Chronica Científica de Barcelona*, t. III, p. 401.  
 50. Sur des fossiles de Cathervieille (Haute-Garonne) . *B. S. G. N.* (3), t. VIII, p. 256, 1 pl.

## 1881.

51. Légende de la feuille de Rethel.  
 52. Sur le calcaire carbonifère du Nord de l'Espagne ; *A. F. A. S.*, avril, p. 516.  
 53. Sur le terrain silurien supérieur de la Haute-Garonne ; *A. S. G. N.*, t. IX, p. 50.  
 54. Observations sur la thèse de M. C. W. Cross, sur les roches de Bretagne ; *ibid.*, t. VIII, p. 90.

## 1882.

55. Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice ; *Mém. Soc. Géol. Nord* (630 p., 20 pl.), t. II.  
 56. Sur les plages soulevées de la côte occidentale du Finistère ; *A. S. G. N.*, t. IX, p. 239.

## 1883.

57. Aperçu de la constitution géologique de la région qui s'étend de Lorient à Penmarch ; *A. S. G. N.*, t. X, p. 56.  
 58. Sur les recherches du D<sup>r</sup> J. Lehmann dans la région granitique de la Saxe ; *ibid.*, p. 173.  
 59. Sur les faunes siluriennes de la Haute-Garonne ; *ibid.*, p. 151, 2 pl.  
 60. Sur les amphibolites à glaucophane de l'île de Groix ; *Bull. Soc. Minéral. de France*, t. VI, p. 289.  
 61. Sur les schistes métamorphiques de l'île de Groix ; *A. S. G. N.*, t. XI, p. 18.  
 62. Sur les Dictyospongiae des Psammites du Condroz ; *ibid.*, p. 80, 1 pl.  
 63. Traduction du Traité de Paléontologie de K.A. v. Zittel, tome I, paru en 1883

## 1884.

64. Sur les grès métamorphiques du massif granitique du Guéméné ; *A. S. G. N.* t. XI, p. 103.  
 65. Observations sur la constitution géologique de la Bretagne ; *ibid.*, p. 87.  
 66. Sur le chloritoïde du Morbihan ; *Bull. Soc. Minéral. France*, t. VII, p. 37.  
 67. Observation à propos d'une note de M. J.-W. Judd sur les puits profonds de Londres ; *A. S. G. N.*, t. XI, p. 141.  
 68. Sur les ardoises à Nereites du bourg d'Oueil (Haute-Garonne) ; *ibid.*, p. 219.  
 69. Sur l'étage aptien de la Haute-Garonne ; *ibid.*, p. 227.  
 70. Nouvelles observations sur la constitution géologique de la Bretagne ; *ibid.*, p. 278.

## 1885.

71. Mémoire sur le granite de Rostrenen, ses apophyses et ses contacts ; *A. S. G. N.*, t. XII, p. 1.
72. Sur la constitution géologique de la Sierra-Nevada, des Alpujarras et de la Sierra de Almirara (Andalousie) (En collaboration avec A. Offret) ; *CR. Ac. Sc.*, 20 avril, t. 100, p. 1060.
73. Sur la constitution stratigraphique des monts du Ménez ; *ibid.*, décembre 1885, t. 101, p. 1299.
74. Légende de la feuille de Granville ; *A. S. G. N.*, t. XII, p. 154.
75. Légende de la feuille de Pont-l'Abbé.
76. Légende de la feuille de Lorient.
77. Le Calcaire à Polypiers de Cabrières (Hérault) ; *A. S. G. N.*, t. XIII, p. 74, 1 pl.
78. Sur la faune de Hount-de-Ver (Haute-Garonne) ; *ibid.*, p. 124, 2 pl.
79. Sur le calcaire de Chaudefonds (Maine-et-Loire) ; *ibid.*, p. 170, 2 pl.

## 1886.

80. Constitution géologique de la rade de Brest ; *B. S. G. F.* (3), t. XIV, p. 678, 3 pl.
81. Sur le massif granitique du Huelgoat ; *ibid.*, p. 678, 1 pl.
82. Compte rendu de l'excursion de la Société Géologique de France dans le Finistère ; *ibid.*, p. 655.
83. Sur le Kerzanton de la rade de Brest ; *A. S. G. N.*, t. XIV, p. 31.
84. Légende de la feuille de Châteaulin ; *ibid.*, p. 49.
85. Sur la constitution géologique de la chaîne bétique (En collaboration avec A. Offret) ; *CR. Ac. Sc.*, séances du 7 juin, 12 et 19 juillet 1886, t. 102, p. 1341 ; t. 103, p. 174, 221 et 400.
86. Sur la disposition des brèches calcaires des Alpujarras et leur ressemblance avec les brèches houillères du N. de la France ; *ibid.*, 9 août.
87. Aperçu de la constitution géologique du Finistère ; *Guide Scient. de Morlaix*, t. III, p. 90.

## 1887.

88. Les pyroxénites des îles du Morbihan ; *A. S. G. N.*, t. XV, p. 69.
89. Notice préliminaire sur la faune d'Erbray ; *ibid.*, t. XIV, p. 158.
90. Modifications et transformations des granulites du Morbihan ; *ibid.*, t. XV, p. 1.
91. Sur les faunes siluriennes et dévoniennes de la Haute-Garonne, d'après les découvertes de M. Maurice Gourdon ; *A. F. A. S.*, Toulouse.
92. Traduction du *Traité de Paléontologie* de K. A. v. Zittel, tome 2 (paru en 1887).

## 1888.

93. Sur le terrain dévonien de la Navarre ; *A. S. G. N.*, t. XV, p. 112.
94. Sur l'existence du genre *Oldhamia* dans les Pyrénées ; *ibid.*, p. 154.
95. Sur les roches cristallines des environs de Lanmeur ; *ibid.*, p. 238.
96. Sur la constitution géologique de l'Ouest de la Bretagne ; *ibid.*, t. XVI, p. 1.
97. Mémoire sur la faune du Calcaire d'Erbray (Loire-Inférieure) ; *Mém. Soc. Géol. Nord*, t. III, 348 p., 17 pl.

## 1889.

98. Etude sur la constitution géologique du Sud de l'Andalousie, de la Sierra Tejada à la Sierra-Nevada (en collaboration avec M. Ofret), missiou d'Andalousie ; *Mémoires des Savants étrangers, Acad. Sc.*, t. XXX.

99. Légende de la feuille de Redon (en collaboration avec M. Bochet); *A. S. G. N.*, t. XVII, p. 16.
100. Sur l'existence du terrain dévonien supérieur à Rostellec (Finistère); *ibid.*, t. XVI, p. 132.
101. Notice pour le panneau de la Bretagne à l'Exposition de 1889. *Notices sur les modèles et dessins relatifs aux travaux des Ponts et Chaussées et des Mines. Exposition de 1889.*

### 1890.

102. Sur les éruptions diabasiques siluriennes du Menez-Hom; *Bull. des Services de la Carte géol. de la France*, n° 7, 1 pl.
103. Légende de la feuille de Vannes; *A. S. G. N.*, t. XVII, p. 210.
104. Légende de la feuille de Pontivy; *ibid.*, p. 90.

### 1891.

105. Légende de la feuille de Quimper; *ibid.*, t. XVIII, p. 187.
106. Sur le terrain silurien des environs de Barcelone; *ibid.*, t. XIX, p. 63. (Traduit dans le *Bulletin de la carte géologique d'Espagne*).
107. Sur la faune du grès armoricain; *ibid.*, p. 134, 5 pl.
108. Traduction du Traité de Paléontologie de K. A. v. Zittel, Partie II (Paléophytologie), parue en 1891.

### 1892.

109. Mémoire sur la distribution des Graptolites en France, et leur rôle dans la classification du terrain silurien; *A. S. G. N.*, t. XX, p. 75.
110. Sur le terrain dévonien de la Catalogne; *ibid.*, p. 61.
111. Sur la présence de fossiles (Radiolaires) dans le terrain azoïque de Bretagne; *CR. Ac. Sc.*, août 1892.

### 1893.

112. Légende de la feuille de Dinan; *A. S. G. N.*, t. XXI, p. 25.
113. Légendes des feuilles de Plouguerneau et d'Ouessant; *ibid.*, p. 382.
114. Sur le *Rouvilleigraptus Richardsoni* de Cabrières; *ibid.*, p. 107.
115. Traduction du Traité de Paléontologie de K. A. v. Zittel, t. 3 (paru en 1893).

### 1894.

116. Le Bassin du Menez-Bélaïr (Côtes-du-Nord et Ille-et-Vilaine); *A. S. G. N.*, t. XXII, p. 181, 8 pl.
117. Comptes rendus pour la campagne de 1893; *Bull. des Serv. de la Carte géol. de la France* (Bretagne), p. 30.
118. Traduction du Traité de Paléontologie de K. A. v. Zittel, t. 4 (paru en 1894).

### 1895.

119. Légende de la feuille de Rennes (en collaboration avec M. Lebesconte); *A. S. G. N.*, t. XXII, p. 21.
120. Sur les Poudingues de Cesson; *ibid.*, t. XXIII, p. 26.
121. Sur le Calcaire de St-Thurial; *ibid.*, p. 38.
122. Comptes rendus pour la campagne de 1894; *Bull. des Serv. de la Carte géol. de la France* (Bretagne), p. 35.



123. De l'influence du sol sur la marche de la civilisation ; Discours présidentiel à la Société des Sciences de Lille, *Bull. Soc. Sciences de Lille*, décembre 1895.

### 1896.

124. Légende de la feuille de Saint-Brieuc ; *A. S. G. N.*, t. XXIII, p. 66.  
 125. Légende de la feuille de Saint-Nazaire ; *ibid.*, t. XXIV, p. 137.  
 126. Légende de la feuille de Belle-Isle ; *ibid.*, t. XXVI, p. 226.  
 127. Légende de la feuille de Quiberon ; *ibid.*, p. 17.  
 128. Comptes rendus pour la campagne de 1895 ; *Bull. des Serv. de la Carte géol. de la France* (Bretagne), p. 47.  
 129. Sur l'origine de la Grande-Brière ; *A. S. G. N.*, t. XXIII, p. 194.

### 1897.

130. Sur les phénomènes littoraux actuels du Morbihan ; *ibid.*, t. XXIV, p. 182, 2 pl.  
 131. Comptes rendus pour la campagne de 1896 ; *Bull. des Serv. de la Carte géol. de la France* (Bretagne), p. 41.  
 132. Répartition des îles méridionales de Bretagne et leurs relations avec les failles d'étiement ; *A. S. G. N.*, t. XXVI, p. 2, 1 pl.  
 133. Sur la structure des plis carbonifères de la Bretagne ; *B. S. G. F.*, t. XXV, p. 108.  
 134. Sur l'extension du limon quaternaire en Bretagne ; *A. S. G. N.*, t. XXVI, p. 33.  
 135. Des divisions géographiques de la Bretagne ; *Annales de Géographie*, p. 23, 1 pl. Paris.  
 136. The ancient volcanoes of Britain, by Sir A. Geikie, Analyse, in *Nature*, vol. 84, p. 241.  
 137. Des terrains cristallins de la Finlande, visités par le Congrès international ; *B. S. G. F.* (3), t. XXV, p. 724.  
 138. Des roches éruptives de la Crimée, visitées par le Congrès géologique international ; *ibid.*, p. 726.

### 1898.

139. Découverte d'une faune silurienne à Liévin (Pas-de-Calais) ; *A. S. G. N.*, t. XXVII, p. 178.  
 140. Sur les Hexactinellides de la craie de Lezennes (Nord) ; *ibid.*, p. 31.  
 141. Sur le gisement des roches cristallines anciennes du massif de Paimpol ; *ibid.*, p. 22.  
 142. Nouvelles observations sur les faunes siluriennes des environs de Barcelone (Espagne) ; *ibid.*, p. 180.  
 143. De l'extension du Silurien supérieur dans le Pas-de-Calais ; *ibid.*, p. 212.  
 144. Des relations des mers dévoniennes de Bretagne avec celles des Ardennes ; *ibid.*, p. 231.  
 145. Sur les roches cristallines du massif de Paimpol, 2<sup>e</sup> note ; *ibid.*, p. 265.  
 146. Comptes rendus pour la campagne de 1898 (Feuille de Tréguier) ; *Bull. des Serv. de la Carte géol. de la France* (massif armoricain), p. 37.  
 147. Les Goniatites du ravin de Coularie (Haute-Garonne) ; *A. S. G. N.*, t. XXVII, p. 260.

### 1899.

148. A sketch of the geology of Central Brittany ; *Proceedings of the Geologist's Association, London*, t. 16, p. 101.  
 149. Sur l'étage à *Anarcestes latseptatus* dans l'Ille-et-Vilaine ; *A. S. G. N.*, t. XXVIII, p. 116.

150. Comptes rendus pour la campagne de 1899 (Feuille de Tréguier); *Bull. des Serv. de la Carte géol. de la France* (massif armoricain), p. 10.  
 151. Sur un *Eccoptocheile* des schistes à Amphions de l'Hérault; *A. S. G. N.*, t. XXVIII, p. 2.  
 152. Notice sur James Hall; *B. S. G. F.* (3), t. XXVII, p. 168.

### 1900.

153. Guide géologique en France. — Livret guide des excursions en France du VIII<sup>e</sup> Congrès géologique international (fasc. Bretagne).

### 1901.

154. Publication des comptes rendus de la session du VIII<sup>e</sup> Congrès géologique international en France (2 vol., 1314 p., 22 pl.). — Ces volumes contenant un Lexique pétrographique de 300 p., en français, ont été préparés et traduits par les soins de Ch. Barrois, secrétaire général, assisté de L. Cayeux et A. Thévenin, secrétaires du Congrès.

### 1902.

155. Sur le poudingue houiller de Nœux (Pas-de-Calais); *A. S. G. N.*, t. XXX, p. 26.  
 156. Les graptolites de la Catalogne; *B. S. G. F.* (4), t. I, p. 637.  
 157. Sur les Foraminifères des phtanites carbonifères du Boulonnais; *A. S. G. N.* t. XXXI, p. 40.  
 158. Observations sur la géologie du canton de Crozon (Finistère); *B. S. G. F.* (4), t. II, p. 51.  
 159. Beziehungen zwischen böhmischen und französischen Devon; 74<sup>e</sup> *Ver-sammlung d. deutsch. Naturf. u. Aerzte in Carlsbad*.  
 160. Rapport au Directeur du Service, sur la carte de Bretagne au millionième; *Bull. des Serv. Carte géol. France*, n<sup>o</sup> 91, p. 25.  
 161. Sur la composition des filons de Kersanton; *CR. Ac. Sc.*, avril 1902, p. 752.

### 1903.

162. Légende de la feuille de Brest; *A. S. G. N.*, t. XXXI, p. 16.  
 163. Le massif du Menez-Bré (Côtes-du-Nord); *ibid.*, t. XXXII, p. 193.  
 164. Comptes rendus des travaux exécutés sur la feuille de Morlaix; *Bull. des Serv. Carte géol. de France* (massif armoricain), p. 15.

### 1904.

165. Sur la présence de la zone à *Phyllograptus* dans l'Hérault; *A. S. G. N.*, t. XXXIII, p. 75.  
 166. Les Spirorbes du terrain houiller de Bruay (Pas-de-Calais); *ibid.*, p. 50.  
 167. Sur le mode de formation de la houille du Pas-de-Calais; *ibid.*, p. 156.  
 168. Découverte de débris de *Pterygotus* à Liévin; *ibid.*, p. 284.

### 1905.

169. Légende de la feuille de Morlaix; *A. S. G. N.*, t. XXXIV, p. 56.  
 170. Notice nécrologique sur F. Fouqué; *B. S. G. F.* (4), t. V, p. 322.

### 1906.

171. La géologie et l'histoire du Bassin houiller du Nord, Discours présidentiel fait devant la Société des Sciences de Lille; *Bull. Soc. Sciences de Lille*, 30 déc. 1906.

## 1907.

172. Etude des galets trouvés dans le charbon d'Aniche ; *A. S. G. N.* t. XXXVI, p. 248.  
 173. Le Musée houiller de Lille, inauguré le 5 mai 1907 ; *ibid.*, p. 97.

## 1908.

174. Observations sur des galets de Cannel Coal du terrain houiller de Bruay ; *ibid.*, t. XXXVII, p. 3.  
 175. Observations sur une brèche du terrain houiller d'Ostricourt ; *ibid.*, p. 41.  
 176. Légende de la feuille de Tréguier ; *ibid.*, p. 111.  
 177. Légende de la feuille de Lannion ; *ibid.*, p. 205.  
 178. Sur les végétaux houillers trouvés dans les sondages de Waldershare et de Fredville (Kent) ; *ibid.*, p. 227.  
 179. Albert Gaudry (notice nécrologique) ; *ibid.*, p. 287.

## 1909.

180. Exposé de l'état des connaissances sur la structure géologique du Bassin houiller du Nord ; *ibid.*, t. XXXVIII, p. 295.  
 181. Observations sur la découverte d'un silex du Crétacé contenant un liquide inclus ; *ibid.*, p. 481.  
 182. Note sur la présence d'un lit de schiste bitumineux à écailles de poissons dans le terrain houiller de Flines ; *ibid.*, p. 42.  
 183. Observations sur la coupe de Camaret (Finistère) ; *B. S. G. F.* (4), t. IX, p. 19.  
 184. Albert de Lapparent et sa carrière scientifique ; *Revue Questions scientif. Bruxelles*, juillet 1909.

## 1910.

185. Note sur la veine Poissonnière du terrain houiller d'Aniche ; *A. S. G. N.* t. XXXIX, p. 49.  
 186. Sur les schistes bitumineux du bassin houiller du Nord de la France ; *ibid.*, p. 65.  
 187. Observations sur le Poudingue recouvrant la veine Edouard de Lens ; *ibid.*, p. 310.  
 188. Sur les roches graphitiques de Bretagne ; *C. R. XI<sup>e</sup> Congrès géol. intern., Stockholm*, p. 525.  
 189. Sur les relations tectoniques des granites grenus et gneissiques de Bretagne ; *ibid.*, p. 597.

## 1911.

190. Sur la composition et le gisement de la paraffine des schistes bitumineux du bassin houiller du Pas-de-Calais ; *A. S. G. N.*, t. XL, p. 157.  
 191. Observations sur les variations de composition du charbon dans certaines veines d'Aniche ; *ibid.*, p. 177.  
 192. Note sur la répartition des arbres debout dans le terrain houiller de Lens et de Liévin ; *ibid.*, p. 187.  
 193. A. Michel-Lévy (notice nécrologique) ; *ibid.*, p. 268.

## 1912.

194. Etude des strates marines du terrain houiller du Nord (*in Gîtes minér. de la France*), 1<sup>re</sup> partie, Mém. in-4<sup>o</sup>, Imp. Nat.  
 195. Observations sur la richesse en pyrite des charbons recouverts d'un toit d'origine marine ; *A. S. G. N.*, t. XLI, p. 6.

## 1913.

196. Note sur quelques sondages profonds exécutés entre Douai et Arras par la C<sup>te</sup> de Châtillon-Commeny; *ibid.*, t. XLII, p. 2.  
 197. L'œuvre de Henri Douxami; *ibid.*, p. 365.

## 1914.

198. Exposé des recherches poursuivies dans le bassin du Nord par les conservateurs du Musée houiller de Lille; *ibid.*, t. XLIII, p. 323.

## 1918.

199. Sur les couches de passage du Silurien au Dévonien dans le bassin houiller du Pas-de-Calais (en coll. avec P. Pruvost et G. Dubois); *CR. Ac. Sc.*, t. 167, p. 705.

## 1919.

200. Les divisions stratigraphiques du terrain houiller du N de la France (en coll. avec P. Pruvost); *ibid.*, t. 168, p. 647.  
 201. La Société Géologique du Nord pendant la guerre; *A. S. G. N.*, t. XLIV, p. 11.  
 202. Jules Gosselet (1832-1916). Notice biographique; *ibid.*, p. 10.  
 203. L'œuvre géologique de C. E. Bertrand; *ibid.*, p. 47.

## 1920.

204. Observations au sujet de Jersey; *B. S. G. F.* (4), t. X X, p. 151.

## 1921.

205. Notice nécrologique sur Jules Gosselet; *ibid.* (4), t. XX, p. 97.

## 1922.

206. Description de la faune siluro-dévonienne de Liévin (en coll. avec P. Pruvost et G. Dubois); *Mém. Soc. Géol. Nord*, t. VI (II), fasc. 2.  
 207. Observations sur le terrain houiller de la Moselle (en collab. avec P. Bertrand et P. Pruvost); *C.R. XIII<sup>e</sup> Congrès Géol. Int., Bruxelles*, p. 375.

## 1924.

208. Nouvelle carte paléontologique du bassin houiller du Nord (en collab. avec P. Pruvost et P. Bertrand); *Bull. Soc. In . Minér.*, N<sup>o</sup> du 15 juillet 1924.  
 209. Rapport sur les tournées effectuées en 1923 dans le bassin houiller du Nord (en collab. avec P. Bertrand et P. Pruvost); *Bull. Carte géol. France*, (n<sup>o</sup> 155 t 28), p. 1.

## 1925.

210. Le Cinquantenaire de la Société Géologique du Nord ; *A. S. G. N.*, t. L, p. 151.
211. Révision de la feuille de Redon au 80.000<sup>e</sup> (en collab. avec P. Pruvost) ; *Bull. Carte géol. France*, n° 158 (t. 29), p. 37.
212. Rapport sur les tournées effectuées en 1924 dans le bassin houiller du Nord ; *ibid.*, n° 158, 1924-25, p. 142 (en collab. avec P. Bertrand et P. Pruvost).
213. Rapport sur les tournées effectuées en 1924 dans le bassin houiller de la Sarre ; *ibid.*, n° 158, 1924-25, p. 137 (en collab. avec P. Bertrand et P. Pruvost).

## 1926.

214. Rapport sur les tournées effectuées en 1925 dans le bassin houiller du Nord ; *ibid.*, n° 162 (t. 30), 1925-26, p. 148 (en collab. avec P. Bertrand et P. Pruvost).

## 1927.

215. Sur le terrain houiller d'Anzin (en collab. avec P. Bertrand et P. Pruvost) ; *C.R. Ac. Sc.*, t. 184, p. 1285.
216. Le calcaire de la vallée du Doudu (Finistère) ; *A. S. G. N.*, t. LII, p. 174.
217. Discours présidentiel à la séance publique annuelle de l'Académie des Sciences ; *C.R. Ac. Sc.*, 12 déc. 1927 (Relations entre les granites et les dépôts houillers).

## 1928.

218. Notice nécrologique sur René Dehée ; *A. S. G. N.*, t. LIII, p. 260.
219. Rapport sur les tournées effectuées en 1926-27, dans le bassin houiller du Nord (en collab. avec P. Bertrand et P. Pruvost) ; *Bull. Carte géol. France*, n° 170 (t. 31), p. 119.
220. L'œuvre de la Société Géologique du Nord dans le bassin du Nord et du Pas-de-Calais ; *B. S. G. F.* (4), t. XXVIII, p. 435.

## 1929.

221. Le calcaire de St-Thurial (Ille-et-Vilaine) (en collab. avec P. Pruvost) ; *A. S. G. N.*, t. LIV, p. 142.
222. Révision de la feuille de Redon au 80.000<sup>e</sup> ; *Bull. Carte géol. France*, n° 176 (t. 33), p. 75 (en collab. avec P. Pruvost).

## 1930.

223. Le sillon de Bretagne ; *A. S. G. N.*, t. LV, p. 147.
224. Le Conglomérat houiller de Roucourt ; *ibid.*, p. 157 (en collab. avec P. Pruvost, P. Bertrand et P. Corsin) et *C.R. VI<sup>e</sup> Congr. intern. Mines*, Liège, 1930, p. 147.
225. Les grandes lignes de la Bretagne ; *Livre Jubilaire Soc. Géol. France*, p. 83.
226. Révision de la feuille de Redon au 80.000<sup>e</sup> ; *Bull. Carte géol. France*, n° 177 (t. 34) (en collab. avec P. Pruvost).
227. Allocution à la cérémonie du Centenaire de la Société Géologique de France ; *B. S. G. F.* (4), t. XXX, p. 1186.

## 1931.

228. Révision de la feuille de Redon au 1/80.000<sup>e</sup>; *Bull. Carte géol. France*, n° 179 (t. 34), p. 35 (en collab. avec P. Pruvost).  
229. Relations stratigraphiques des couches cambriennes de la Bretagne et du Maine; *A. S. G. N.*, t. LVI, p. 80 (en collab. avec P. Pruvost).

## 1932.

230. Révision de la feuille de Redon au 1/80.000<sup>e</sup>; *Bull. Carte géol. France*, n° 187 (t. 36), 1932, p. 23 (en collab. avec P. Pruvost).  
231. Rapport sur les tournées effectuées en 1929-1931, dans le bassin houiller du Nord (en collab. avec P. Bertrand et P. Pruvost); *ibid.*, p. 135.  
232. Feuille de Nantes au 1/320.000<sup>e</sup> (en collab. avec G. Mathieu et G. Waterlot); *ibid.*, p. 34.  
233. Observations sur la constitution géologique du cap Fréhel (Côtes-du-Nord); *A. S. G. N.*, t. LVII, p. 207.

## 1933.

234. Feuille de Rennes au 1/320.000<sup>e</sup> (partie occidentale); *Bull. Carte géol. France*, t. 38 (n° 190), p. 33.  
235. Légende de la feuille de Redon (2<sup>e</sup> édition); *A. S. G. N.*, t. LVIII, p. 155 (en collab. avec P. Pruvost).

## 1934.

236. Note sur le gisement des staurotides en Bretagne; *ibid.*, t. LIX, p. 29.  
237. Le bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine; *ibid.*, p. 198.  
238. Observations sur la carte géologique de Saint-Brieuc; *ibid.*, p. 224.

## 1935.

239. Observations sur les gabbros de Belle-Isle-en-Terre; *ibid.*, t. LX, p. 2.

## 1936.

240. L'âge du grès de La Rabatelais (Loire-Inférieure); *ibid.*, t. LXI, p. 197.

## 1938.

241. Révision de la feuille de Saint-Brieuc au 1/80.000<sup>e</sup>. Structure du Briovérien; *Bull. Carte géol. France*, n° 197 (t. 39), p. 6 (en collab. avec P. Pruvost et G. Waterlot).  
242. Les phthanites briovériens de la Bretagne; *ibid.*, p. 26.

## 1939.

243. Les parcours des bandes de phthanites graphiteux dans la région briovérienne de Binic (Feuille de Saint-Brieuc au 1/80.000<sup>e</sup>); *Bull. Carte géol. France*, n° 199 (t. 40), p. 41 (en collab. avec P. Pruvost et G. Waterlot).

## Cartes Géologiques.

*Publiées par le Service de la Carte géologique détaillée de la France.*

Cartes au 1/80.000<sup>e</sup> :

### Feuilles de

- |  |  |
|--|--|
| 1. RETHEL (n° 23), 1880.                                 | 13. RENNES (n° 75), en collaboration<br>avec Lebesconte, 1895.             |
| 2. LORIENT (n° 88), 1884.                                | 14. SAINT-BRIEUC (n° 59), 1896.  |
| 3. GRANVILLE (n° 43), 1885.                              | 15. SAINT-NAZAIRE (n° 104), 1896.  |
| 4. PONT-L'ABBÉ (n° 87), 1885.                            | 16. BELLE-ISLE (n° 102), 1897.   |
| 5. CHATEAULIN (n° 73), 1886.                             | 17. QUIBERON (n° 103), 1897.   |
| 6. VANNES (n° 89), 1890.                                 | 18. BREST (n° 57), 1902.   |
| 7. PONTIVY (n° 74), 1890.                                | 19. MORLAIX (n° 58), 1905.   |
| 8. REDON (n° 90), en collaboration<br>avec Bochet, 1890. | 20. TRÉGUIER (n° 42), 1908.  |
| 9. QUIMPER (n° 72), 1891.                                | 21. LANNION (n° 41), 1909.   |
| 10. DINAN (n° 60), 1893.                                 | 22. REDON (2 <sup>e</sup> éd.), en collaboration<br>avec P. Pruvost, 1938. |
| 11. OUessant (n° 56), 1893.                              | 23. DINAN (2 <sup>e</sup> éd.), 1939.                                      |
| 12. PLOUGUERNEAU (n° 40), 1893.                          |  |

En cours de réimpression, avec un certain nombre de corrections de l'auteur :  
feuilles de Saint-Nazaire, Vannes, Quimper, Brest et Chateaulin.

Cartes au 1/320.000<sup>e</sup> :

1. Feuille de RENNES-CHERBOURG (en collaboration avec A. BIGOT), 1939.
2. Feuille de NANTES (en collaboration avec G. MATHIEU et G. WATERLOT),  
1940.

CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DE LA FAUNE  
DE L'OOOLITHE FERRUGINEUSE OXFORDIENNE DE TALANT  
(CÔTE-D'OR)

PAR Victor Maire <sup>1</sup>.

L'oolithe ferrugineuse oxfordienne de Talant constitue une formation de peu d'épaisseur, visible dans plusieurs carrières ; elle repose horizontalement sur la « dalle nacrée » ; elle est surmontée par l'Argovien moyen. Ses affleurements sont masqués, à la surface du sol, par la végétation ; son étude normale ne peut se faire que sur la section verticale pratiquée dans la roche par les travaux d'extraction des couches sous-jacentes qui, seules, sont utilisées pour la construction. Ce n'est qu'en la fouillant avec le pic ou la pointe du marteau que l'on peut espérer rencontrer quelques fossiles en place, mais, étant donné le peu d'épaisseur du gisement, la possibilité de cette recherche est vite épuisée.

Pour arriver à une connaissance plus complète de la faune, il faut chercher dans les déblais inutilisables pour la maçonnerie, rejetés au moment de l'extraction. On peut ainsi arriver à constituer un ensemble d'espèces attestant une richesse importante et il est possible de les attribuer aux différents horizons du gisement par la comparaison de leurs éléments minéralogiques avec ceux de témoins pris en place dans la roche à ses différents horizons.

J'avais pu cependant relever, à la carrière Lautrey, aujourd'hui abandonnée, une coupe stratigraphique assez approximative de la partie constituée par l'oolithe ferrugineuse. M. H. Poinsot <sup>2</sup> en a, depuis, établi une nouvelle plus complète, en fouillant certains points presque inaccessibles. En place, à la base du gisement, j'avais reconnu l'existence d'une zone à *Cardioceras præcordatum*. En compagnie de cette espèce caractéristique, à la base du gisement d'oolithe ferrugineuse, j'avais rencontré *Trimarginites delimontanum* OPEL, puis, dans leur voisinage, un ensemble d'autres formes appartenant à d'autres horizons dans le Jura franc-comtois : *Nautilus ledonicus* LOR., *Perisphinctes (Biplices) colubrinus* REIN., *P. (Dichotomosphinctes) rota* WAAG., *P. (Dichotomosphinctes) Orbi-*

1. Note présentée à la séance du 4 novembre 1940.

2. H. POINSOT. Contribution à l'étude du Callovien et de l'Oxfordien des environs de Dijon. *Bull. scientifique de Bourgogne*, t. VIII, 1938.



*gnyi* LOR., *P. (Biplices) Tiziani* OPPEL, var. *occidentalis* CHOFFAT, *Aspidoceras Riazii* COLLOT, *Pholadomya parvicosta* AG., *Phol. pelagica* AG., *Mactromya globosa* AG., *Trigonia monilifera* AG., *Myconcha Rathieri* D'ORB., *Ctenostreon proboscideum* SOW., *Ct. marcousanum* LOR., *Aequipecten Laurac* ETALLON, *Plesiopecten subspinosus* SCHLOTH., *Millericrinus rotiformis* ETALLON.

Ainsi apparaissent déjà des espèces d'horizons supérieurs à l'Oxfordien inférieur.

A sa partie moyenne : *Pleuromya varians* AG., *Phol. parvicosta* AG., *Anisocardia liesbergensis* LOR., *Astarte percrassa* ETALLON, *Ast. ferettensis* LOR., *Ast. trembiacensis* LOR., *Cælopis Ruthieri* COTTEAU, *Trigonopsis Roederi* LOR., *Trigonia monilifera* AG., *Macrodon montancyensis* LOR., *Macrodon luadorfensis* LOR., *Cucullæa Roederi* LOR., *Nucula pseudo-Menkii* LOR., toutes espèces appartenant les unes aux zones à *Phol. exaltata* et d'autres à l'Argovien. La partie supérieure de l'oolithe ferrugineuse ne n'avait pas donné de fossiles. Quant à la partie supérieure de la carrière, elle est constituée par une argile calcaire blanchâtre avec *Terebratula farcinata* DOUV., elle correspondrait à l'Argovien déjà plus élevé, celui des couches d'Effingen.

Une seconde carrière en exploitation, la carrière Pouletty, est à environ 150 à 200 m au Sud de la première ; elle s'étend en direction NE-SW. L'ensemble de la roche ferrugineuse est moins important, il n'a que 45 cm d'épaisseur au maximum ; il repose également sur la « dalle nacrée », mais son caractère pétrographique est différent : l'oolithe ferrugineuse y est remplacée par une alternance d'argile et de calcaire argileux, de calcaire friable, disposé de haut en bas, selon la coupe suivante :

5. — Argovien moyen : calcaire marneux blanchâtre ou teinté de rose fragmenté en cailloux de grosseur variable.

*Terebratula farcinata* DOUVILLÉ, *Plegiocidaris coronata* GOLDF., quelques Spongiaires.

4. — Argovien inférieur : calcaire roux..... 0 m 15

*Trimarginites Henrici* D'ORB., *Perisphinctes (Dichotom.) orientalis* SIEM., *Arisphinctes plicatilis* SOW., (?) *Perisphinctes falculae* RONCHADZÉ, *P. (Dichotom.) Wartae* BUK., *Discosphinctes Yelskii* SIEM.

3. — Oxfordien : calcaire argileux jaunâtre, teinté fréquemment en rouge ocreux par l'oxyde de fer..... 0 m 15

*Cardioceras* aff. *excavatum* SOW., *Alligaticeras polymorphum* SPATH, *Biplices colubrinus* REIN., *Euaspidoceras Riazii* COLLOT, *Pholadomya parvicosta* AG.

2. — Callovien et Oxfordien inférieur : argile grise ou rosée, parfois verdâtre à la base, compacte ou plus ou moins poussiéreuse..... 0 m 15

*Perisphinctes (Hubertoceras) hubertus* SPATH, *Choffatia* aff. *furcula* SPATH, *Grossouvia curvicosta* OPPEL, *Gross. subtilis* NEUMAYR, *Gross. czenstochoviensis* SIEM., *Subgrossouvia Morley-Daviesi* SPATH, *Klematosphinctes perisphinctoides* SINTZOW, *Properisphinctes bernensis* LOR.

### 1. — Dalle nacrée.

Les déblais inutilisables, épars dans la carrière, m'ont également fourni un ensemble d'espèces oxfordiennes ou surtout argoviennes, assez important, identique à celui de la carrière Lautrey, mais de conservation moins bonne toutefois.

Récemment, l'oolithe ferrugineuse oxfordienne, surmontée de l'Argovien moyen, était encore visible dans une excavation aujourd'hui comblée, pratiquée pour l'ouverture d'un puits, à gauche de la route nationale, au pied de la côte où débute le chemin de Talant.

J'y avais recueilli, à la base argileuse grise, un beau spécimen de *Sphaeroceras Chappuisi* LOR. et *Cardioceras kostromense* NIK., avait été rencontré dans l'Argovien moyen à *Terebratula farcinata* DOUVILLÉ.

La faune de l'oolithe ferrugineuse oxfordienne de Talant, déterminée avec l'exactitude que l'on peut espérer et indiquée dans la liste suivante, n'ayant pas, en très grande majorité, été recueillie en place dans la roche même, les espèces ont été groupées par comparaison avec les faunes connues des divers horizons oxfordiens. Cette disposition nous permet de constater que, même sous une épaisseur bien restreinte, les dépôts successifs se sont effectués lentement, sans lacune, depuis le Callovien supérieur compris, jusqu'à l'Argovien moyen.

Les dénominations sous-génériques des *Perisphinctes* ne sont pas toutes indiquées, la classification nouvelle des espèces du genre n'étant pas encore entièrement connue.

## LISTE DES ESPÈCES

### VERTÉBRÉS.

Une dent, une vertèbre, un autre ossement.

(D'après la couleur et la texture de la gangue, ces pièces doivent appartenir au Callovien supérieur ou à l'Oxfordien inférieur).

### INVERTÉBRÉS.

1° Espèces connues déjà comme calloviennes, pour la plupart, sans autre précision d'horizon :

*Hecticoceras hecticum* REIN., *H. pseudopunctatum* LAHUS.

*Perisphinctes* (*Hubertoceras*), *parvicosta* WAAG.

— (*Choffatia*) *Choffati* PAR. et BON., *P. aff. furcula* NEUM.

— (*Grossouvria*) *curvicosta* OPP., *P. aff. Paronae* SIEM., *P. Sciutoi* GEMM.

— (*Binatisphinctes*) *rjasanensis* TEISS.

— (*Microbiplices*) *aff. divergens* OPPENHEIMER, *P. Guebhardi* OPPENH., *P. vanae* OPPENH., *P. varians* OPPENH.

— (*Dichotomosphinctes*) *meridionalis* SIEM.

— (?) *latumbonatus* OPPENH., *P. lithoceroïdes* VON LOCZY, *P. mosquensis* FISCHER, *P. aff. mosquensis*, *P. planus* SIEM., *P. aff. polonicus* SIEM.

*Peltoceras athleta* PHILL., *P. ponderosum* WAAG.

*Aspidoceras hirsutum* ? BAYLE.

*Pseudomelania Bellona* D'ORB.

*Amauopsis Calypso* D'ORB.

*Spinigera Danielis* THURM.

*Terebrella Guerrei* HÉB. et D., *T. unitorquata* HÉB. et D.

*Rhynchonella Oepeli* DESL., *R. sexplicosa* ROLLIER.

*Collyrites acutus* DESOR., *C. ellipticus* LAMK.

*Nucleolites latiporus* AG.

*Clytopygus micraulus* AG.

*Holctypus depressus* LESKE.

*Rhabdocidaris copeoides* AG.

2° Espèces connues de la zone à *Cosmoceras ornatum* :

*Perisph.* (*Hubertoceras*) *hubertus* SPATH. var. *densicostata* SPATH.

— (*Choffatia*) *aff. furcula* NEUMANN.

— (*Grossouvria*) *subtilis* NEUMAYR, *P. aff. variabilis* LAHUS.

— (*Subgrossouvria*) *Orion* OPPEL, *P. aff. Orion* OPP., *P. cf. Orion* nov. sp.

— (*Alligaticeras*) *alligatus* LECK., *P. joraensis* WAAG. (Kutch) pl. XLVIII, fig. 2a, 2b = *P. nov. sp. ind.* SIEM. Monog. p. 303, *P. submutatus* NIK.

3° Espèces déjà connues de la zone à *Quenst. Lamberti* :

*Belemnopsis* (*Hibolites*) *hastata* BL.

*Nautilus* (*Paracoenoceras*) *hexagonus* D'ORB.

*Trimarginites delimontanus* OPP.

*Taramelliceras episcopale* LOR., *T. Heimeï* LOR., *T. Richei* LOR.

*Quenstedticeras Damoni* NIK., *Q. aff. dissimile* BRONN, *Q. juranum*

V. MAIRE, *Q. pseudo-Lamberti* SINTZOW, *Q. pseudo-Mariae* V. MAIRE,

*Q. subordinarium* S. S. BUCK., *Q. (Vertumniceras) Mariae* D'ORB.,

*Q. vertumnum* LECK.

*Perisph.* (*Grossouvria*) sp.

- (*Klematosphinctes*) *perisphinctoides* SINTZ.
- (*Properisphinctes*) *bernensis* LOR.
- (*Alligaticeras*) *Nætlingi* LOR.
- (?) *Matheyi* LOR., *P. Moeschi* LOR., *P. Picteti* LOR.

*Euaspidoceras Babeau* D'ORB.

*Pelloceras annulare* REIN., *P. athletoides* LAHUS., *P. torosum* OPPEL.

- (*Parawedekindia*) *arduennense* D'ORB.
- (*Peltoceratoides*) *Eugenii* D'ORB.

4<sup>o</sup> Espèces de la zone à *Cardioceras praecordatum* :

*Belemnopsis* (*Hibolites*) *pressula* QUENST.

*Trimarginites Baylei* COQUAND, *T. (Oxycerites) Fromenteli* COQ.  
*T. Villersi* ROLLIER.

*Taramelliceras Dupasquieri* LOR.

*Lissoceras Erato* D'ORB.

*Macrocephalites Greppini* OPP.

*Sphaeroceras Chappuisi* LOR.

*Pachyceras crassum* D'ORB.

*Goliathiceras goliath* D'ORB., *G. sub-goliath* V. MAIRE.

*Quenstedticeras angulatum* V. MAIRE, *Q. crateriforme* V. MAIRE,  
*Q. sinuosocostatum* V. MAIRE, *Q. Williamsoni* S. S. BUCK.

*Paulowiceras ammonoides* YOUNG and BIRD, *P. stibarum* S. S. B.

*Korythoceras korys* S. S. B.

*Cardioceras delicatum* S. S. B., *C. aff. delicatum* S. S. B., *C. harmonicum* V. MAIRE, *C. praecordatum* R. DOUV., *C. praecord.* var. *Douvillei* V. M., *C. praecord.* var. *intermedia* V. M., *C. praecord.* var. *Lahusenii* V. MAIRE, *C. praecord.* var. *stricta* V. M., *C. praecord.* var. *Reesidei* V. MAIRE.

*Perisphinctes* (*Grossouvria*) sp., *P. (Sub-Grossouvria) Morley-Daviesi* SPATH.

- (*Properisphinctes*) *latilinguatus* NOETL., *P. (Alligaticeras) ledonicus* LOR.
- (*Discosphinctes*) *Girardoti* LOR., *P. sp.*, *Perisph.* aff. *Bonarellii* LOR.

*Euaspidoceras corona* QU., *E. Depereti* COLLOT, *E. Depereti* var. *spinosa* COLLOT, *E. Douvillei* COLLOT, *E. Riazi* COLLOT.

*Peltoceras athletulum* CH. MAYER, *Peltoceratoides Constanti* D'ORB.

*Eucyclus Rollieri* LOR.

*Dicroloma Choffati* LOR., *D. Gagnebini* THURM., *D. cf. Berlieri* LOR.

*Rhabdocolpus russiensis* D'ORB.

*Trochus Bourgueti* LOR.

*Ataphrus papilla* HÉB. et D.

*Pleurotomaria Munsteri* ROEM.

*Plicatula Kobyi* LOR., *P. pateroides* ROLLIER.

*Atreta Lorioli* ROLLIER.

*Terebratula Haasi* ROLL.

*Rhynchonella Thurmanni* VOLTZ.

*Balanocrinus Marionis* LOR., *B. pentagonalis* GOLDF., *B. subteres* GOLDF.

*Pentaster Boisteli* VALETTE.

*Stauraster billodensis* VALETTE.

*Tylasteria prisca* VALETTE.

5° Espèces de la sous-zone à *Cardioceras cardia* :

*Serpula pustulosa* V. MAIRE.

*Taramelliceras ledonicum* LOR., *T. minax* BUK., *T. nictis* BUK., *T. puellaris* LOR.

*Cardioceras anachantum* S. S. B., *C. anachantum* var. *repleta* V. M., *C. cardia* S. S. B., *C. cardia* var. nombreuses, *C. costellatum* S. S. B., *C. costicardia* S. S. B., *C. distans* WITHFIELD var. *depressa* REESIDE, *C. expositum* S.S.B., *C. aff. expositum* S.S.B., *C. excavatoides* V. MAIRE, *C. excavatum* Sow., *C. excavatum* var. *pseudocosticardia* V. M., *C. excavatum* var. *svelta* V. M., *C. flexicostatum* ROUILLIER, *C. galeiferum* S. S. B., *C. Ilowaiskii* V. M., *C. lilloentense* REESIDE, *C. Neumanni* V. M., *C. rotundatum* NIK., *C. rotundatum* var. *elata* V. M.

*Pachycardioceras robustum* S. S. B., *P. robustum* var. *elata* V. M.

*Anacardioceras tenuistriatum* BORISSJAK.

*Vertebriceras costulosum* S. S. B., *V. dorsale* S. S. B., *V. quadrarium* S. S. B., *V. quadrarium* var. *sequanica* V. M., *V. quadrarium* var. *Colloti* V. M., *V. quadratum* Sow, *V. quadratum* var. *rivelensis* V. M., *V. rachis* S. S. B., *V. vertebrale* Sow.

*Perisphinctes (Alligaticeras) Mairei* LOR.

*P. (Prosoperisphinctes) claromontanus* BUK., *P. mazuricus* BUK., *P. obliqueplicatus* WAAG., *P. ? Matheyi* LOR., *P. (?) Moeschi* LOR., *P. (?) occultefurcatus* WAAG., *P. (?) obliqueradiatus* SIEM.

*Euaspidoceras faustum* BAYLE, *E. Favrei* DE RIAZ.

*Astarte percrassa* ETALLON.

*Nucula castor* D'ORB., *N. cottaldina* LOR.

6° Espèces plus spéciales à la zone à *Card. cordatum* :

*Pachyteuthis excentralis* YOUNG and BIRD.

*Phylloceras Puschi* OPP., *P. aff. taticum* PUSCH.

*Cardioceras biplanum* V. MAIRE, *C. biplanum* var. *lenita* V. M., *C. cordatiforme* S. S. B., *C. cordatum* Sow., *C. cordatum* var. *Baylei* V. M., var. *comprimata* V. M., var. *Girardoti* V. M., var. *gracilis* V. M., var. *pseudocordata* V. M., var. *supracordata* V. M.

*Cardioceras crenulatum* S. S. B., *C. gallicum* V. M., *C. plastum* S. S. B., *C. quadratoides* NIK., *C. Rouillieri* NIK., *C. Rouillieri* var. *divionensis* V. M.

*Perisphinctes (Klematosphinctes) frickensis* MOESCH, *P. (Alligaticeras) polymorphum* SPATH.

*P. (Dichotomosphinctes) aff. Gresslyi* LOR., *P. Orbignyi* LOR., *P. rotoides* RONCHADZE, *P. Delgadoi* CHOFFAT, *P. (Biplices) colubrinus* REIN.

*P. (Arisphinctes) plicatilis* SOW., (*Prosoperisphinctes*) *consociatus* BUK., *P. (?) laisnensis* LOR.

*Euaspidoceras Borissjaki* V. M.<sup>1.</sup>, *E. Colloti* V. M., *E. ovala* NEUMANN, *E. sparsispinum* WAAG., *E. tenuispinatum* WAAG., *E. Waageni* SPATH.

*Peltoceratoides bidens* WAAG., *Parawedekindia torosa* OPP.

*Hessotiara superbum* AG.

7° Oxfordien supérieur :

= Couches à *Phol. exaltata* de Choffat.

= Calcaire à *Sphaerites* de Choffat.

*Euaspidoceras Aegyri* OPP., *Pleuromya varians* AG., *Pholadomya depressa* AG., *Ph. parvicosta* AG., *Terebratulina andelotensis* HAAS.

8° Espèces oxfordiennes des horizons supérieurs de l'étage, encore insuffisamment précisés, peut-être déjà de l'Argovien pour la plupart :

*Lissoceras aff. elimatum* OPP., *L.* sp.

*Cardioceras americanum* REESIDE, *C. Bodeni* V. M., *C. cordiforme* MEEK and HAYDEN, *C. cowtonense* S. S. B., *C. cowtonense* var. *Orbignyi* V. M., *C. cowtonense* var. *polygonalis* V. M., *C. cowtonense*, autres variétés, *C. Dieneri* J. NEUMANN, *C. kostromense* NIK., *C. aff. kostromense* NIK., *C. aff. lineatum* QUENST., *C. Marioni* V. M., *C. Schellwieni* BODEN, *C. Schurawskii* SOKOLOW, *C. subkostromense* V. M. *C. tuberculato-alternans* NIK.

9° Espèces oxfordiennes d'horizons divers :

*Cryptaulax* sp.

*Dentalium moreanum* D'ORB., *D. Boonei* COSSMANN.

*Littorina* sp., *Nerineopsis aff. Emarthreon* D'ORB., *Neritopsis* sp., *Petersia* sp.

*Promathildia* sp., *Rhynchocerithium* sp., *Leptomaria Buvignieri* D'ORB., *L.* sp.

*Pleurotomaria babeana* D'ORB., *P. callomphala* HÉB. et D., *P. buchana* D'ORB., *P. clathrata* MUNST., *P. cincta* D'ORB., *P. millepunctata* DESL., *P. aff. millepunctata* DESL., *P. nesea* D'ORB., *P. Niobe* D'ORB., var. *culminata* HÉB. et D., *P. aff. Niobe* D'ORB., *P. nysa* D'ORB., *P. philea* D'ORB., *P. phyleta* D'ORB., *P. Syssolae* DE KEYSERLING, *P. sublineata* MUNST., *P.* sp.

10° Argovien.

*Serpula convoluta* GOLDF., *S. Deshayesi* MÜNST., *S. flaccida* GOLDF., *S. gordialis* SCHLOTH., *S. ilium* GOLDF., *S. limata* GOLDF., *S. quin-*

1. *Aspid. faustum* BORISSJAK non BAYLE.

*quangularis* GOLDF., *S. spiralis* MUNST., *S. subflaccida* ETALLON, *S. tricarinata* GOLDF., *S. trilineata* V. MAIRE.

*Phylloceras* (*Calliphylloceras*) *Demidoffi* ROUSSEAU, *Ph. aff. taticum* PUSCH.

*Trimarginites Henrici* D'ORB.

*Ochetoceras canaliculatum* OPP., *O. subclausum* OPP.

*Neumayriceras oculatum* PHILL.

*Taramelliceras flexuosum* MUNST., *T. Pichleri* OPP., *T. pseudo-Pichleri* LOR.

*Cardioceras Zieteni* ROUILLIER, *C. tenuiserratum* OPP., *C. tenuiser-ratum* var. *fissicosiatum* V. M., var. *Neumayri* V. M., var. *trinodosa* V. M.

*Perisphinctes* (*Grossouvria*) *czenstochowiensis* SIEM.

*P.* (*Alligaticeras*) aff. *birmensdorfensis* MOESCH, *P. joraense* WAAG.

*P.* (*Perisphinctes*) *indogermanus* WAAG., *P. orientalis* SIEM., *P. fal-culae* RONCHADZÉ.

*P.* (*Dichotomosphinctes*) *Elisabethae* DE RIAZ, *P. Gresslyi* LOR., *P. Helenae* DE RIAZ, *P. Luciae* DE RIAZ, *P. lithoceroides* WAAG., *P. Marcoui* LOR., *P. rotiformis* SPATH, *P. rotoides* RONCHADZÉ, *P. subrota* CHOFFAT.

*P.* (*Pachysphinctes*) *promiscuus* BUK., *P. subcolubrinus* WAAG., *P. tizianiformis* CHOFF.

*P.* (*Discosphinctes*) *Aeneas* GEMM. var. *plana* SIEM., *P. Kreutzi* SIEM., *P. Dunikowskii* SIEM., *P. Dybowski.*, *P. Jelskii* SIEM., *P. lucingensis* E. FAVRE, *P. spongiphyllus* MOESCH, *P. Thevenini* LOR.

*P.* (*Torquatisphinctes*) *Sayni* DE RIAZ.

*P.* (*Klematosphinctes*) *mirandus* LOR.

*P.* (*Prososphinctes*) *Michalski* SIEM.

*P.* (*Ataxioceras*) *leiocymon* WAAG.

*P. Schilli* OPP., *P. Berlieri* LOR., *P. Depereti* DE RIAZ, *P. distans* var. *depressus* REESIDE, *P. episcopalis* LOR., *P. Greppini* LOR., *P. aff. gyrus* NEUMANN, *P. aff. Ziliani* DE RIAZ, *P. Navillei* E. FAVRE, *P. neglectus* LOR., *P. paturattensis* LOR., *P. Pralairi* E. FAVRE, *P. regalmicensis* GEMM., *P. aff. sorlinensis* LOR., *P. suevicus* SIEM., *P. Sutneri* SIEM., *P. tenuissimus* SIEM., *P. Thurmanni* LOR., *P. tri-choplocus* GEMM. var., *P. aff. polygyratus* QU., *P. var. aff. transatlan-ticus* SPATH, *P. var. aff. Boehmi* STEINMANN.

*Sutneria burgundica* V. M.

*Euaspidoceras helmense* GEMM., *E. rotari* COLLOT, *E. semiarmatum* QUENST.

*Pelloceratoides Choffati* LOR., *P. cf. interscissum* (UHLIG) BOEIM, *P. Marionii* DE GROSS., *P. semirugosum* WAAG., *P. semirugosum* var. *robustum* SPATH, *P. Romani* DE GROSS.

*Peltoceras Toucasi* D'ORB., *P. transversarium* QUENST.

*Natica* sp., *Zygopleura mysis* D'ORB.

*Pleuromya subrecurva* D'ORB., *Pl. sp.*, *Pholadomya concinna* AG.,

*Ph. parvicosta* AG., *Ph. pelagica* AG., *Goniomya* sp., *Arcomya latissima* AG., *Corbula* sp., *Isocardia ledonica* LOR., *Anisocardia Choffati* LOR., *A. liesbergensis* LOR., *Venilicardia Berlieri* LOR., *V. Renaudoti* LOR., *Corbis (Sphaera) sorlinensis* LOR., *Astarte ferettensis* LOR., *A. percrassa* ETALLON, *A. sub-Pelops* LOR., *A. trembiazensis* LOR.; *Prorockia Choffati* LOR., *P. Kobyi* LOR., *Mactromya globosa* AG., *M. crassa* ROLLIER; *Cardium* sp., *Card. sp.*; *Isocardia ledonica* LOR., *Isoc. sp.*; *Trigonia monilifera* AG.; *Opis (Coelopis) Lorieri* D'ORB., *O. Rathieri* COTT.; *Trigonopis Roederi* LOR., *Trig. villersensis* BIGOT, *Trig. sp.*; *Nucula pseudo-Menkii* LOR.; *Mactromya Rathieri* D'ORB.; *Modiola tulipaea* LAMK., *M. tulipaea* var. *villersensis* LAMK.; *Avicula censoriensis* COTT.

*Arca (Macrodon) alsatica* ROEDER, *A. cf. luxdorfensis* LOR., *A. montancyensis* LOR., *A. (Cucullaea) Roederi* LOR.; *A. (Barbatia) censoriensis* COTT., *Arca bouranensis* LOR., *A. sorlinensis* LOR., *Gervilleia aff. sulcata*, *Perna aff. acuta* V. MAIRE, *P. rhombus* ETALLON; *Pecten (Aequipecten) fibrosus* SOW., *P. Laurae* ETALL., *P. subarmatus* MÜNST., *P. (Camptonectes) vitreus* ROEM., *P. (Chlamys) styveyensis* LOR., *P. (Plesiopecten) subspinosus* SCHL., *Pl. Roederi* LOR., *Pl. sp.*, *Lima (Plagiostoma) perrigida* ETALL., *L. Renevieri* ETALL., *L. rigida* SOW., *L. streitbergensis* D'ORB., *L. trembiazensis* LOR., *L. tumida* ROEM., *L. (Limatula) oxfordiana* V. MAIRE, *L. cf. gibbosa* SOW.

*Ctenostreon cf. ingens* (ROLLIER) MAIRE et DECHASEAUX, *Ct. Lorioli* ROLL., *Ct. proboscideum* SOW., *Ct. marcousanum* ROLL., *Ct. squammicosta* BUV.

*Hinnites Bonjouri* LOR., *H. sp.*, *Anomya* sp., *Ostrea (Rastellum) amata* D'ORB., *Ost. aff. planaria* (MERIAN) ROLLIER.

*Ostrea* sp., *O. (Gryphaea) controversa* ROEM., *grypheata* ROLL., *bilobata* V. M.

*Exogyra Roederi* LOR.

*Atreta Lorioli* ROLL.; *Rhynchonella acaroides* QU., *Rh. acarus* MÉR., *Rh. corallina* LEYM., *Rh. ledonica* ROLL., *Rh. triloboides* QU., *Rh. silicicola* ROLL., *Rh. Thurmanni* VOLTZ, var. à côtes nombreuses; *Dichthyothyris aff. Rollieri* HAAS; *Acanthothyris spinulosa* OPP., *Trigonellina intercostata* ROLL., *Tr. interlaevigata* ROLL.; *Zeilleria bucculenta* SOW., *Z. delimontana* OPP., *Z. Girardoti* ROLL., *Z. gradata* DOUV., *Z. Moeschi* MAYER, *Z. pseudolagenalis* MOESCH, *Z. sorlinensis* HAAS.

*Zittelina orbis* QU., *Cheirothyris subtrigonella* ETALL.; *Terebratula arduennensis* D'ORB., *T. aff. Baltzeri* HAAS, *T. bisuffarcinata* SCHLOTH., *T. biturigensis* ROLL., *T. elliptoides* MOESCH, *T. Engeli* ROLL., *T. aff. Engeli* ROLL., *T. aff. perfecta* ROLL., *T. Rollieri* HAAS, *T. sorlinensis* HAAS, *T. sp.*

*Collyrites dorsalis* AG., *Plegiocidaris coronata* GOLDF., *Pl. Blumenbachi* MÜNST., *Stomechinus perlatus* AG., *Diplopodia Cotteaui* VALETTE, *Apiocrinus vermicularis* VALETTE, *Millericrinus Charpyi* LOR., *M. Escheri* LOR., *M. goupilianus* D'ORB., *M. goupil.* var.



*archiacianus* D'ORB., *M. goupil.* var. *tenellus* D'ORB., *M. regularis* ETALL., *M. rotiformis* D'ORB., *Eugeniocrinus Hoferi* QU.  
*Berenicea* sp.

#### SPONGIAIRES.

Les Spongiaires, assez communs, ont conservé belle apparence, mais ils sont, pour la plupart, indéterminables, leurs spicules se trouvant décomposés. Quelques espèces ont été reconnues à l'époque de mes premières recherches dans le gisement, mais plutôt par comparaison morphologique, par M. Oppliger, à qui j'exprime mes sincères remerciements.

Ce sont : *Sporadopyle obliqua* GOLDF. ; *Cypelia* cf. *rugosa* GOLDF. ; cf. *Bathotheca ovata* OPPLIG. ; *Hyalotragos patella* GOLDF., *H. paleroides* SCIEM., *H. pezizoides* GOLDF. ; *Pachyteichisma Gresslyi* ETALL., *Ptychonia argoviana* OPPEL.

D'autres genres ont été reconnus : *Discophyma*, plusieurs espèces ; *Trochobolus*, une espèce ; *Phlyctenium*, plusieurs espèces ; *Cnemidiastrum*, une espèce, ainsi que plusieurs autres formes inconnues.

# SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

---

---

## RAPPORT de la COMMISSION de COMPTABILITÉ

EXAMEN DES COMPTES DE 1940

---

### A. — BUDGET DE LA SOCIÉTÉ

Les événements de l'année 1940 ont naturellement eu une influence très marquée sur la vie de la Société en réduisant à la fois les recettes, par la diminution des abonnements et des ventes, et les dépenses, par l'impossibilité où se sont trouvés les géologues de préparer des études nombreuses.

L'équilibre du budget a pu être à peu près assuré, grâce à une importante subvention de la Caisse des Recherches, subvention qui est devenue indispensable pour le maintien de la vie de la Société. Les autorités responsables doivent être remerciées pour avoir compris cette nécessité.

Les finances de la Société sont saines, en dépit des difficultés de l'heure ; les créances, comme les engagements ont été réduits au minimum, compte tenu des gênes apportées à la correspondance. Une provision importante pour créances douteuses permet d'envisager sans crainte les défaillances possibles.

**Recettes.** — Non compris les contributions d'auteurs (26.000), les recettes sont tombées à 170.773,12 contre 179.227,32 l'année précédente ; cette diminution (8.454,20) d'ailleurs prévue, correspond à la disparition des ventes. Les cotisations sont comptées égales au nombre de membres, mais la provision pour créances douteuses permettra éventuellement d'amortir les non-encaissements inévitables dans les circonstances actuelles.

**Dépenses.** — Déduction faite des contributions d'auteurs, les dépenses s'élèvent à 171.988,21 contre 199.024,92 en 1939, soit une diminution de 27.036,71 correspondant à la réduction de l'importance des publications.

Au total l'exercice se balance par un léger déficit de 1.215,09 qui n'est pas plus élevé grâce à la forte subvention et qui est comblé à la situation par un règlement favorable des comptes des exercices antérieurs.

## PROJET DE BUDGET 1941

Un projet de budget, dans les circonstances présentes, comporte naturellement de très grandes incertitudes. On a tenu néanmoins à essayer de chiffrer les recettes et les dépenses probables, en faisant état d'une part d'une subvention de 20.000 fr. — mais on peut espérer qu'elle sera plus élevée et atteindra 40.000 fr. comme l'an dernier — et d'une provision de 35.000 fr. pour créances douteuses pour compenser les défaillances probables dans le paiement des cotisations. Les publications ont été prévues au rythme de 1940. Une telle prévision aboutit à un déficit considérable — près de 80.000 fr. — qui ne sera supportable par les finances de la Société que si celle-ci reçoit une aide importante de la part de la Caisse des Recherches : sinon d'autres solutions devront être recherchées.

### B. — COMPTE BIBLIOGRAPHIE

Ce compte n'appelle aucune observation spéciale. La gestion prudente permet d'amortir progressivement le grand déficit du passé.

### C. — COMPTE PRIX

Pour avoir une idée plus claire de la situation, on a distingué cette année les comptes affectés qui proviennent des fondations elles-mêmes et sur lesquels aucune action n'est possible — ces comptes sont en position saine — et le compte de gestion qui est, en fait, en déficit : des mesures doivent être prises pour que ce déficit ne s'accroisse pas.

## CONCLUSIONS

La Commission insiste vivement sur la nécessité d'obtenir une très importante subvention si l'on veut pouvoir maintenir la vie de la Société dans les circonstances actuelles.

L'examen de la comptabilité a permis à la Commission de reconnaître qu'elle était régulière et toutes explications demandées ont été fournies.

La Commission propose donc d'approuver les comptes qui sont présentés et qui sont conformes aux livres.

Elle demande d'exprimer notre gratitude à votre gérante, Mme Mémin qui a permis, par son dévouement, de maintenir en bonne marche la Société au milieu des difficultés de l'heure.

## COMPTÉ GÉNÉRAL SOCIÉTÉ

## Opérations 1940.

Recettes		Dépenses	
Revenus titre. . . . .	16.186,72	Publications :	
Cotisations . . . . .	72.600, »	C. R. Somm. . . . .	14.958,25
Ventes et abonnements :		Bulletin. . . . .	36.091,35
Bulletin : abonnem. . .	16.300 »	Mémoires. . . . .	38.794,25
ventes . . . . .	612,50	Réunion extraordin. .	»
Mémoires : souscript. .	9.990 »	Réimpressions . . . . .	»
ventes. . . . .	8.292,50	Loyer, chauff., éclairage.	18.910,80
Ventes diverses . . . . .	2.583	Impôts, assurances. . . .	4.947,60
Subvention . . . . .	39.999,60	Ports divers. . . . .	1.663,70
Recettes diverses. . . . .	4.208,80	Biblioth., fiches, reliures.	2.754,85
	<u>170.773,12</u>	Secrétariat, frais de bu-	
Contrib. auteurs :		reau, téléphone . . . . .	32.544,95
Bulletin. . . . .	»	Remises sur ventes. . . . .	3.605,75
Mémoires . . . . .	26.000 »	Achats à Bibliogr. . . . .	4.000 »
	<u>196.773,12</u>	Dépenses diverses . . . . .	4.716,71
Solde débiteur exercice .	1.215,09	Créances douteuses. . . .	35.000 »
	<u>197.988,21</u>		<u>197.988 21</u>

## Situation fin 1940.

Crédit		Débit	
Solde créditeur exercice.	»	Solde débiteur exercice.	1.215,09
Cotisations à vie. . . . .	»	Dép. exceptionnelles. . .	»
Recettes exceptionnelles.	»	Règlement comptes clos.	»
Règlement comptes clos.	7.632,25	Compte d'ordre. . . . .	»
Plus valeur valeurs rem-			<u>1.215,09</u>
boursées. . . . .	»	Augm. actif disponible.	6.417,16
Compte d'ordre . . . . .	»		<u>7.632,25</u>
	<u>7.632,25</u>		

## PROJET DE BUDGET 1941

## Opérations 1941.

Recettes		Dépenses	
Revenus titres. . . . .	16.000 »	Publications :	
Cotisations . . . . .	70.000 »	C. R. somm. . . . .	15.000 »
Ventes et abonnements :		Bulletin. . . . .	30.000 »
Bulletin : abonnem. . .	10.000 »	Mémoires . . . . .	30.000 »
ventes . . . . .	1.000 »	Loyer, chauff., éclairage.	20.000
Mémoires : souscript. . .	3.000 »	Impôts, assurances . . . .	5.000 »
Ventes . . . . .	6.000 »	Ports divers. . . . .	2.500 »
Subvention . . . . .	20.000 »	Biblioth., fiches, reliures.	3.000 »
Recettes diverses. . . . .	2.000	Secrétariat, frais de bu-	
	<u>128.000 »</u>	reau, téléphone . . . . .	35.000 »
Contribution auteurs. . .	»	Remises sur ventes. . . . .	1.000 »
	<u>128.000 »</u>	Achats à Bibliographic.	4.000 »
Solde débiteur. . . . .	56.500 »	Dépenses diverses . . . . .	4.000 »
	<u>184.500 »</u>	Créances douteuses . . . .	35.000 »
			<u>184.500 »</u>

## COMPTÉ BIBLIOGRAPHIE

## Opérations 1940.

Recettes		Dépenses	
Subvention . . . . .	18.880 »	Secrétariat t. XI. . . . .	12.258 »
Souscription . . . . .	2.099,60	Impression t. XI. . . . .	10.000 »
Ventes . . . . .	580 »	Ports . . . . .	70 »
Achat par Soc. géolog. . .	4.000 »	Cotisations Fédération. . .	400 »
	<u>25.559,60</u>	Remises sur ventes. . . . .	58 »
			<u>22.786 »</u>
	<u>25.559,60</u>	Solde créditeur exercice. . .	2.773,60
			<u>25.559,60</u>

## Situation fin 1940.

Crédit		Débit	
Solde créditeur exercice. .	2.773,60	Comptes clos . . . . .	260 »
Comptes clos . . . . .	»		<u>260 »</u>
	<u>2.773,60</u>	Diminution du déficit. . . .	2.513,60
			<u>2.773,60</u>

## COMPTÉ PRIX

## COMPTES AFFECTÉS

## Opérations 1940.

Recettes		Dépenses	
Revenus . . . . .	5.896,20	Prix et Médaille (Viquesnel) . . . . .	612,75
		Fondation. . . . .	»
	<u>5.896,20</u>		<u>612,75</u>
		Solde créditeur exercice. . . .	5.283,45
			<u>5.896,20</u>

## COMPTÉ DE GESTION

## Opérations 1940.

Recettes		Dépenses	
Revenus . . . . .	200,68	Circulaires, affranchiss. . . . .	222,75
Solde débiteur exercice. . .	211,32	Frais de banque. . . . .	158,60
	<u>412 »</u>	Contrib. Soc. géolog. . . . .	30,65
			<u>412 »</u>

# TABLE

## DES NOTES ET DES MÉMOIRES CONTENUS

### DANS LE VOLUME X DU BULLETIN (1940)

	Pages
<b>A.-F. de Lapparent.</b> — Précisions nouvelles au sujet des diapirs de Suzette (Vaucluse) et de Propiac (Drôme) (4 fig.) . . . . .	3
<b>P. Chabanaud.</b> — Etude complémentaire de la morphologie du Téléostéen pleuronectoïde soléiforme <i>Eobuglossus cocenicus</i> (Pl. I, 3 fig.)	17
<b>G. Denizot.</b> — Le Stampien de la région parisienne et le classement de l'Oligocène (5 fig.) . . . . .	25
<b>Léo Picard.</b> — Sur l'orogénèse de l'Algonkien supérieur en Arabo-Afrique septentrionale (3 fig.) . . . . .	49
<b>Paul Deleau.</b> — Coupe des terrains liasiques et jurassiques du Djebel Nador (département d'Oran) (1 fig.) . . . . .	59
<b>Cécile Verlet et E. Roch.</b> — Compléments à la géologie du Nord de l'Iguig (Maroc S-E) (1 fig.) . . . . .	65
<b>Bernard Géze.</b> — Sur les phosphorites du Bas-Languedoc (1 fig.) . . . . .	87
<b>J. Viret.</b> — Sur la brèche à chiroptères de Bouzigues (Hérault) (1 fig.) . . . . .	95
<b>F. Douvillé.</b> — Sur deux <i>Oppelia</i> de la collection de Grossouvre (Pl. II, 1 fig.) . . . . .	101
<b>L. et J. Morellet.</b> — Les diverses interprétations du terme de « Bartonien ». . . . .	105
<b>Alfred Lacroix.</b> — Les roches basaltiques de l'île Maré (archipel Loyauté) . . . . .	121
<b>C. Arambourg.</b> — Le groupe des Ganopristinés (Pl. III et IV, 12 fig.) . . . . .	127
<b>Geneviève Delpéy.</b> — <i>Vergnesia Morelleti</i> , nov. gen. nov. sp., Néritidité de l'Éocène moyen du Bassin de Paris (8 fig.) . . . . .	149
<b>P. Russo.</b> — Recherches sur le contact entre la Berbérie et le Sahara (2 fig.) . . . . .	153
<b>A. Bigot.</b> — Les surfaces d'usure et les remaniements dans le Jurassique de Basse-Normandie (Pl. V) . . . . .	165
<b>H. Alimen.</b> — Traces de l'action éolienne dans les sables auversiens du Bassin de Paris (Pl. VI, 1 fig.) . . . . .	177
<b>Jean Cottreau.</b> — Coralliaires, Brachiopodes et Crinoïdes mésodévoïens du Sahara Mauritanien et Occidental (Pl. VII, 1 fig.) . . . . .	187
<b>L. et J. Morellet.</b> — Etudes sur les Algues calcaires de l'Éocène du Cotentin (2 fig.) . . . . .	201
<b>Jacques Bourcart.</b> — Recherches stratigraphiques sur le Pliocène et le Quaternaire du Levant (7 fig., 1 carte) . . . . .	207
<b>Pierre Pruvost.</b> — Notice sommaire sur la vie et l'œuvre de Charles Barrois (1 portrait) . . . . .	231
<b>Victor Maire.</b> — Contribution à la connaissance de la faune de l'oolithe ferrugineuse oxfordienne de Talant (Côte-d'Or) . . . . .	263
Rapport de la Commission de Comptabilité . . . . .	273
Table du Tome X. . . . .	277

# TABLE ALPHABÉTIQUE

## DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

du Bulletin et du Compte Rendu sommaire  
des Séances de la Société géologique de France

5<sup>e</sup> série, tome X, année 1940

---

*Les renvois aux pages du Bulletin sont en chiffres gras, les chiffres ordinaires maigres se rapportent aux pages du Compte rendu sommaire.*

---

### A

*Afrique.* Voir *Algérie, Arabo-Afrique, Maroc, Sahara.*

AIRAGHI (C.). Prés. d'ouv., 18.

*Albien.* A. BOUILLOT, 22.

*Algérie.* A. BOUILLOT, 22. — P. DELEAU, 29, 59. — P. BELLAIR, 75.

*Algonkien.* L. PICARD, 49.

*Algues.* L. et J. MORELLET, 116, 201.

ALIMEN (H.). Remerciements, 103. — Prés. d'ouv., 105. — Traces de l'action éolienne dans les sables auversiens du Bassin de Paris (pl. VI, 1 fig.), 120, 177.

*Allocution.* E. RAGUIN, 4. — L. MORELLET, 5, 109.

*Alpes.* M. LUGEON, 7. — R. PERRIN, 37. — H. SCHOELLER, 45. — J. GOGUEL, 54.

ANGOT (J. BICHELONNE et P.). Prés. d'ouv., 25.

ANTHONY (R.). Prés. d'ouv., 132.

*Aptien.* Ch. LARCHER, 94.

*Arabo-Afrique,* L. PICARD, 49.

*Ardèche.* J. MICHOU, 61, 71.

ARAMBOURG (C.). Prés. d'ouv., 67. — Le Groupe des Ganopristinés (pl. III et IV, 12 fig.), 94, 127.

ARGAND (Emile). Nécrologie, 110.

*Argentière (L') (Hautes-Alpes).* C. PUSSENOT, 12.

AUBERT DE LA RUE (E.). Sur la présence de cuivre dans le Nord-Est de Langlade (Territoire de Saint-Pierre-et-Miquelon), 64.

*Auversien.* H. ALIMEN, 177.

AVNIMELECH (M.). Prés. d'ouv., 18.

### B

BAECKEROOT (G.). Prés. d'ouv., 46.

BARRABÉ (L.). Sur l'existence d'un important accident tectonique post-helvétien au Sud de Béziers (Hérault), 50. — Prés. d'ouv., 95.

BARROIS (Charles). Notice sommaire sur la vie et l'œuvre de — par Pierre PRUVOST (1 portrait), 97, 103, 231.

BARTHÉLÉMY (Y.). Prés. d'ouv., 106.

*Bartonien.* L. et J. MORELLET, 105.

*Bas-Languedoc.* B. GÉZE, 87.

*Basse-Navarre française.* P. LAMARE, 112.

*Bassin de Paris.* P. BONNET, 81. — G. DENIZOT, 25. — G. DELPEY, 149. — H. ALIMEN, 177.

*Bathonien.* — H. PARENT, 86.

- BELLAIR (P.). Les sables du Souf (Algérie), 75.
- Berbérie. P. RUSSO, 153.
- BERGHI (P.). Prés. d'ouvr., 18.
- BERTRAND (L.). Sur la structure et l'histoire géologiques du versant nord des Pyrénées, 121. — Prés. d'ouvr., 132.
- Béziers (Hérault). I. BARRABÉ, 50.
- BICHELONNE (J.) et P. ANGOT. Prés. d'ouvr., 25.
- BICHELONNE (Ch. GÉRARD et J.). — Les Ammonites aaléniennes du minerai de fer de Lorraine, 22.
- BIGOT (A.). Stratification entrecroisée et transgressions bathonienne et cambrienne, 27. — Prés. d'ouvr., 67. — Les surfaces d'usure et les remaniements dans le Jurassique de Basse-Normandie (pl. V), 121, 165.
- BONNET (P.). Observations sur la structure du Sud-Est du Bassin de Paris, 81.
- BOUILLOT (A.). Sur la présence de l'Albien inférieur fossilifère au Djebel-Ouenna (Algérie), 22.
- BOURCART (J.). Recherches stratigraphiques sur le Pliocène et le Quaternaire du Levant (8 fig.), 125, 207.
- BOURDEAU (J.-M.). Le gisement de grès éocènes de la Pérenche (Loire-Inférieure), 16. — Prés. d'ouvr., 18.
- Bradfordien. H. PARENT, 31.
- BREISTROFFER (M.). Sur la découverte de *Knemiceras* aff. *saadense* THOM. et *PER.* sp. dans le Vraconien de Salazac (Gard), 87.
- BRICARD (J. JUNG et J.). Prés. d'ouvr., 18.
- BRIQUET (A.). Complément à la chronologie du Quaternaire de l'Europe occidentale, 89.
- Bryozoaires. P. A. GILLARD, 14, 59.
- C
- Carbonifère. P. DELEAU, 29. — G. DELÉPINE, 70, 128.
- CARPENTIER (A.). Houiller à plantes dans la Haute Vallée de l'Arve, 42.
- Céphalopodes. C. VERLET et E. ROCH, 65.
- CHABANAUD (P.). Etude complémentaire de la morphologie du Téléostéen pleuronectoïde soléiforme *Eobuglossus eocenicus* (pl. I, 3 fig.), 22, 17.
- CHAVAN (A.). Prés. d'ouvr., 67, 95. — A propos de « *Natica* » hantonien-sis PILKINTON, 104.
- Chiroptères. J. VIRET, 95.
- Clermont-Ferrand. L. GLANGEAUD, 52.
- Cone-in-cone (Structure). M.-E. DENAYER, 77, 85.
- Cornbrash. H. PARENT, 31.
- CORROY (G.). Prés. d'ouvr., 79.
- COTTREAU (J.). Coralliaires, Brachiopodes et Crinoïdes mésodévoniens du Sahara mauritanien et occidental (pl. VII, 1 fig.), 120, 187.
- Crétacé. J.-H. HOFFET, 39.
- Cuivre. E. AUBERT DE LA RUE, 64.
- CUVILLIER (J.). Prés. d'ouvr., 18.
- D
- DAVIES (L.-M.). Prés. d'ouvr., 46.
- DECHASEAUX (Colette). Rudistes : I. *Diceras* et *Heterodiceras*, 125.
- DELEAU (Paul). Présence du Stéphanienn dans le Carbonifère du Bassin de Colomb-Béchar-Kenadza et coupe du Carbonifère du bord sud de ce bassin, 29. — Coupes des terrains liasiques et jurassiques du Djebel Nador (Départ. d'Oran) (1 fig.), 57, 59.
- DELÉPINE (G.). Sur la présence d'une faune de Goniatites du Tournaisien supérieur en Nouvelles-Galles du Sud (Australie), 70. — Sur l'extension géographique, au Carbonifère, de Goniatites de la région méditerranéenne, 128. — Prés. d'ouvr., 131.
- DELPEY (Geneviève). Gastéropodes marins : Paléontologie, Stratigraphie, 50. — Prés. d'ouvr., 95. — *Vergnesia Morelleti* nov. gen., nov. sp., Néritudé de l'Éocène moyen du Bassin de Paris (8 fig.), 105, 149.
- DENAYER (M.-E.). — Genèse des gradins concentriques propres à la structure cone-in-cone, 77. — Prés. d'ouvr., 79. — Sur une pseudo-structure cone-in-cone, 85.



DENIZOT (G.). Le Stampien de la région parisienne et le classement de l'Oligocène (5 fig.), 57, 25.

DESIO (A.). Prés. d'ouv., 24, 67.

*Diapirs*. A.-F. DE LAPPARENT, 3.

*Djebel Nador*. P. DELEAU, 59.

DONCIEUX (L.). Prés. d'ouv., 19, 66.

DOUVILLÉ (F.). Sur deux *Oppelia* de la collection de Grossouvre (pl. II, 1 fig.), 62, 101.

DUBERTRET (L.). Prés. d'ouv., 19, 25, 66, 79, 90, 91. — Sur l'âge du Volcanisme en Syrie et au Liban, 55. — Sur la structure de la plate-forme de Beyrouth et sur ses grès quaternaires, 83.

DUBERTRET (Mme Rita). Prés. d'ouvrages, 19, 66, 91.

DUTERTRE (A.-P.). Nécrologie, 109, 110.

## E

*Eau de mer*. A. RIVIÈRE, 40.

*Eobuglossus eocenicus*. P. CHABANAUD, 17.

*Éocène*. G. DELPEY, 149. — L. et J. MORELLET, 201.

*Éolienne (action)*. H. ALIMEN, 177.

## F

FALLOT (P.) et J. FLANDRIN. Prés. d'ouv., 67.

FISCHER (M.). Sablières fossilifères des environs de Senlis, 23. — Prés. d'ouv., 95.

FLANDRIN (P. FALLOT et J.). Prés. d'ouv., 67.

FURON (R.). Observations préliminaires sur la région située au Nord du Canigou (Pyrénées-Orientales), 43.

## G

*Ganopristinés*. C. ARAMBOURG, 127.

GARDET (G.). Glaciaire et fluvioglaciaire des environs de Chausse-nans, près Poligny (Jura), 62. — La bordure du premier plateau aux environs de Poligny (Jura), 126.

GÉRARD (Ch.) et J. BICHELONNE. Les Ammonites aaléniennes du minerai de fer de Lorraine, 22.

GÈZE (Bernard). Sur les phosphorites du Bas-Languedoc (1 fig.), 55, 87. — Esquisse structurale de la Montagne Noire, 114. — Sur la structure de la région du Vigan (Gard), 123.

GILLARD (P.-A.). Sur les Bryozoaires néocrétacés des environs de Royan, I. *Cheilostomata*, 14; II. *Cyclostomata*, 59. — Sur l'extension de la zone à *Brasilia (Lioceras) bradfordense* S. S. BUCKMAN dans le détroit de Poitiers, 73.

GILLET (S.). Nouvelles données sur la faune oligocène de Pêchelbronn, 118.

GIN (Étienne). Nécrologie, 121.

*Glaciaire*. G. GARDET, 62.

GLANGEAUD (L.). Sur le Quaternaire de la région de Clermont-Ferrand et ses relations avec les « Terres noires » de la Limagne, 52.

GOGUEL (J.). Sur les montagnes comprises entre Briançon et Vallouise, 54. — Prés. d'ouv., 66.

*Goniatites*. G. DELÉPINE, 70, 128.

*Grès éocènes*. J.-M. BOURDEAU, 16.

GUBLER (J.). Prés. d'ouv., 132. — Nécrologie, 110.

## H

HAUET (P.). Prés. d'ouv., 18.

HOFFET (J.-H.). Sur la présence du Crétacé dans l'Extrême Nord de l'Indochine, 39. — Nouvelles observations sur la géologie de la région du Pia Bioc (Haut-Tonkin), 57.

HOGBOM (A.-G.). Nécrologie, 21.

*Holothuries*. L. MORET, 11. — M. IUGÉON, 28.

HOUDARD (J.). Prés. d'ouv., 67.

*Houiller*. A. CARPENTIER, 42.

HUMERY (R.). Nécrologie, 97.

## I

*Indochine*. J.-H. HOFFET, 39, 57.

## J

- JACOB (Ch.). Notice nécrologique sur Emile Argand, 110.  
 JUNG (J.). Prés. d'ouvr., 18.  
*Jurassique*. A. BIGOT, 165.

## K

- Knemiceras*. M. BREISTROFFER, 87.  
 KOVENKO (V.). Prés. d'ouvr., 68.

## L

- LACROIX (Alfred). Les Roches basaltiques de l'île Maré (Archipel Loyauté), 85, 121.  
 LAFFITTE (R.). Prés. d'ouvr., 24.  
 LAMARE (P.). Les anomalies structurales des environs de Janu et de Bustince, en Basse-Navarre française, 112. — Prés. d'ouvr., 132.  
 LAMBERT (Jules). Nécrologie, 7.  
 LAMBERT (R.). Prés. d'ouvr., 60.  
 LAPPARENT (A. F. DE). Précisions nouvelles au sujet des diapirs de Suzette (Vaucluse) et de Propiac (Drôme) (4 fig.) 21, 3. — Prés. d'ouvr., 132.  
 LARCHER (Ch.). Un gisement aptien, près de Prusy (Aube), 94.  
 LE CONTE (Albert). Nécrologie, 26.  
 LELUBRE (M.). Prés. d'ouvr., 79.  
 LEMOINE (Paul). Nécrologie, 49.  
 LERICHE (M.). Contribution à l'étude des faunes ichthyologiques marines des Terrains tertiaires de la Plaine Côtière Atlantique et du Centre des États-Unis. Le synchronisme des formations tertiaires des deux côtés de l'Atlantique, 69. — Prés. d'ouvr., 91.  
*Liban*. L. DUBERTRET, 55, 83.  
 LOMBARD (A.) et W.-J. SCHROEDER. Prés. d'ouvr., 35.  
*Loyauté (Archipel)*. A. LACROIX, 121.  
 LUGEON (M.). Sur la formation des Alpes franco-suisse, 7. — A propos de la note de M. Léon Moret sur le rôle probable des Holothuries dans la genèse de certains sédiments calcaires, 28.

## M

- MAGNANI (M.). Prés. d'ouvr., 67.  
 MAIRE (V.). Contribution à la connaissance de la faune de l'oolithe ferrugineuse oxfordienne de Talant (Côte-d'Or), 120, 263.  
*Maroc*. C. VERLET et E. ROCH, 65.  
 MARYLAND GEOLOGICAL SURVEY. Prés. d'ouvr., 67.  
 MATHIEU (F.-F.). Prés. d'ouvr., 34.  
 MAZÈRES (R.). Nécrologie, 81.  
*Mésodévonien (Coralliaires, Brachiopodes et Crinoïdes)*. J. COTTREAU, 187.  
*Métamorphisme*. R. PERRIN, 37.  
 MICHOU (J.). A propos de la formation du bassin hydrographique de l'Ardèche, 61. — Observations sur les terrasses et niveaux d'érosion de la vallée de l'Ardèche, 71.  
*Montagne Noire*. B. GÈZE, 114.  
 MORELLET (L.). Allocution, 5, 97, 109. — Rapport sur l'attribution du prix Viquessnel, 100. — Prés. d'ouvr., 105.  
 MORELLET (L. et J.). Les diverses interprétations du terme de « Bartonien », 69, 105. — Les Dasycladacées et les Codiacées (Algues vertes) du « Calcaire pisolitique », 116. — Études sur les Algues calcaires de l'Éocène du Cotentin (2 fig.), 125, 201.  
 MORET (L.). Rôle probable des Holothuries dans la genèse de certains sédiments calcaires, 11. — Prés. d'ouvr., 66.
- N
- Nécrologie*. J. LAMBERT, B. YOVANOVITCH, 7. — A. G. HÖGBON, 21. — A. LE CONTE, 26. — P. LEMOINE, 49. — R. MAZÈRES, Ch. PICQUENARD, 81. — R. HUMERY, 97. — C. BARROIS, 97, 231. — H. BOURSALT, P. JORDAN, E. LE C. BARTON, 97, CARON, J. LEWINSKI, G. MERCIAT, G. O'GORMAN, 98, M. PIROUTET, 99. — A.-P. DUTERTRE, 109, 110. — J. GUBLIER, G. WACHÉ, E. ARGAND, 110. — E. GIN, 121.  
*Normandie (Basse)*. A. BIGOT, 165.

*Nouvelles-Galles du Sud (Australie).*  
G. DELÉPINE, 70.

*Nummulitique.* H. SCHÖLLER, 45.

## O

*Oligocène.* S. GILLET, 118. — G. DENIZOT, 25.

*Oppelia.* F. DOUVILLÉ, 101.

*Orogénèse.* L. PICARD, 49.

## P

*Paléobotanique.* A. CARPENTIER, 42.

PARENT (H.). Faune du Bradfordien et du Cornbrash de Valaury-Saint-Hubert (Var), 31. — Différents faciès du Bathonien moyen de la région toulonnaise, 86.

*Péchelbronn.* S. GILLET, 118.

PERRIN (R.). Observations de Métamorphisme dans le Mésozoïque des Alpes françaises et remarques, 37.

*Phosphorites.* B. GÈZE, 87. — J. VIRET, 95.

PICARD (Léo). Prés. d'ouvr., 34. — Sur l'orogénèse de l'Algonkien supérieur en Arabo-Afrique septentrionale (3 fig.), 62, 49.

PICQUENARD (Ch.). Nécrologie, 81.

PILGRIM (G.-E.) et S. SCHAUB. Prés. d'ouvr., 80.

PIVETEAU (J.). Paléontologie, organisation, évolution, 7.

*Poitiers (Déroit de).* P.-A. GILLARD, 73.

*Poligny (Jura).* G. GARDET, 62, 126.

*Propiac (Drôme).* A.-F. DE LAPPARENT, 3.

PRUVOST (P.). Notice sommaire sur la vie et l'œuvre de Charles BARROIS (1 portrait), 103, 231.

PUSSENOT (C.). Précisions et nouvelles remarques sur le noyau de la fenêtre de l'Argentière (Hautes-Alpes), 12. — Relations entre le Flysch noir, les marbres en plaquettes et l'Oxfordien de la zone subbriançonnaise, 32.

*Pyrénées.* R. FURON, 43. — L. BERTRAND, 121.

## Q

*Quaternaire.* L. GIANGEAUD, 52. — A. BRIQUET, 80.

## R

RAGUIN (E.). Allocution, 4. — Prés. d'ouvr., 132.

*Rapport de la Commission de Comptabilité.* 273.

*Riom-ès-Montagne (Cantal).* J. ROUX, 130.

RIVIÈRE (A.). Prés. d'ouvr., 25. — L'eau de mer et les sédiments calcaires, 40.

ROCH (É.). Prés. d'ouvr., 25.

ROCH (C. VERLET et É.). Complément à la géologie du Nord de Figuig (Maroc SE) (1 fig.), 28, 65.

*Roches basaltiques.* A. LACROIX, 121.

ROSSI (C.). Prés. d'ouvr., 18.

RUSSO (P.). Recherches sur le contact entre la Berbérie et le Sahara (2 fig.), 73, 153.

ROUX (J.). Cratère d'explosion postérieur aux basaltes des plateaux cantaliens (environs de Riom-ès-Montagne, Cantal), 130.

## S

*Sables.* P. BELLAIR, 75. — H. ALIMEN, 177.

*Sablères.* M. FISCHER, 23.

SACCO (F.). Prés. d'ouvr., 80.

*Sahara.* P. RUSSO, 153. — J. COTTREAU, 187.

*Saint-Pierre-et-Miquelon.* E. AUBERT DE LA RUE, 64.

*Salazac (Gard).* M. BREISTROFFER, 87.

SCHAUB (G.-E. PILGRIM et S.). Prés. d'ouvr., 80.

SCHÖLLER (H.). Le Nummulitique de la zone des Aiguilles d'Arves au Nord de l'Isère, 45.

SCHROEDER (A. LOMBARD et W.-J.). Prés. d'ouvr., 34, 35.

*Sédiments.* L. MORET, 11. — M. LUGÉON, 28. — A. RIVIÈRE, 40.

SOYER (R.). Prés. d'ouvr., 132.

*Stampien*. G. DENIZOT, 25.  
*Stchepinsky* (V.). Prés. d'ouvr., 18.  
*Stratification*. A. BIGOT, 27.  
*Stockmans* (F.) et F.-F. MATHIEU.  
 Prés. d'ouvr., 34.  
*Suzette (Vaucluse)*. A.-F. DE LAPPARENT, 3.  
*Syrie*. L. DUBERTRET, 55, 83.

## T

*Tectonique*. M. LUGEON, 7. — L. BARABÉ, 50. — P. LAMARE, 112. — B. GÈZE, 114, 123. — L. BERTRAND, 121.  
*Teissier du Cros* (H.). Prés. d'ouvr., 46.  
*Téléostéen*. P. CHABANAUD, 17.  
*Termier* (H.). Prés. d'ouvr., 132.  
*Transgressions*. A. BIGOT, 27.

## V

*Valaury-Saint-Hubert (Var)*. H. PARENT, 31.  
*Van Straelen* (V.). Prés. d'ouvr., 35.  
*Vautrin* (H.). Prés. d'ouvr., 19, 66.  
*Vergnesia Moreletti*. G. DELPEY, 149.

*Verlet* (C.) et É. ROCH. Complément à la géologie du Nord de Figuig (Maroc SE) (1 fig.), 28, 65.  
*Vigan (Le) (Gard)*. B. GÈZE, 123.  
*Villa* (E.-M. DE). Prés. d'ouvr., 68.  
*Viret* (J.). Sur la brèche à Chiropières de Bouzigues (Hérault) (1 fig.), 62, 95.  
*Volcanisme*. L. DUBERTRET, 55. — J. ROUX, 130.

## V

*Waché* (G.). Nécrologie, 110.  
*Weulersse* (L. DUBERTRET et J.). Prés. d'ouvr., 79.  
*Wrigley* (A.). Prés. d'ouvr., 105.

## Y

*Yovanovitch* (B.). Nécrologie, 7.

## Z

*Zbyszewski* (G.). Prés. d'ouvr., 132.  
*Zone subbriçonnoise*. C. PUSSENOT, 32.

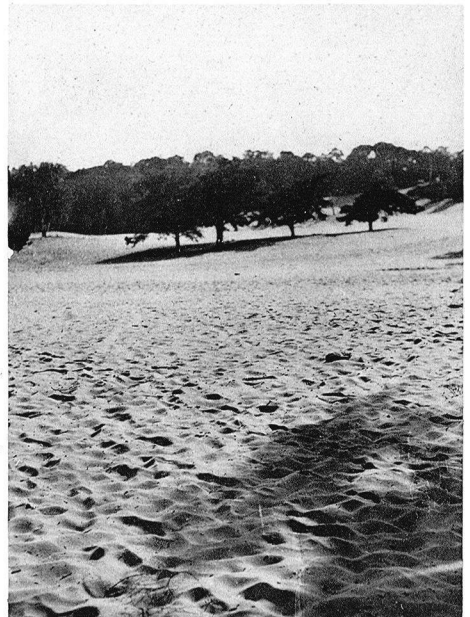
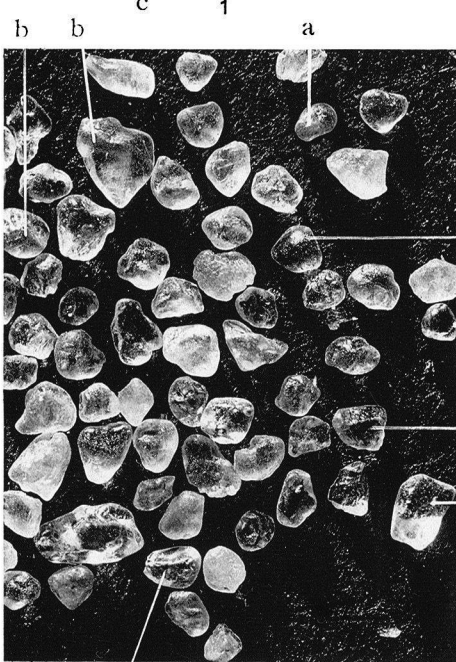
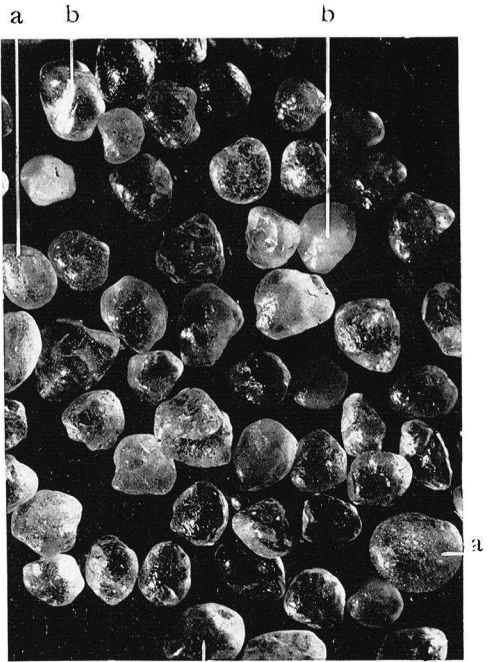
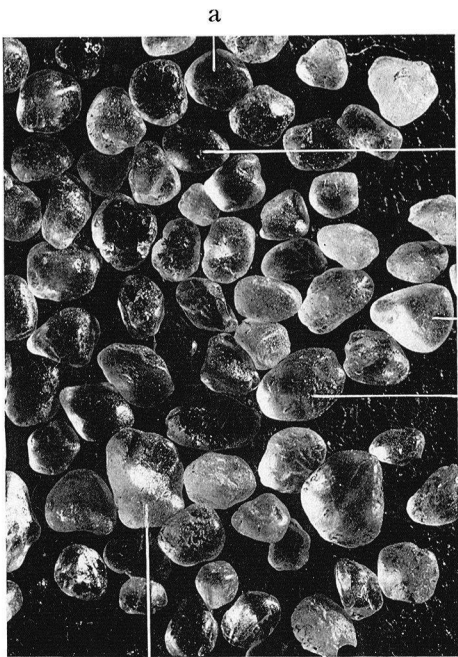
**DATES DE PUBLICATION**  
des fascicules qui composent ce volume :

---

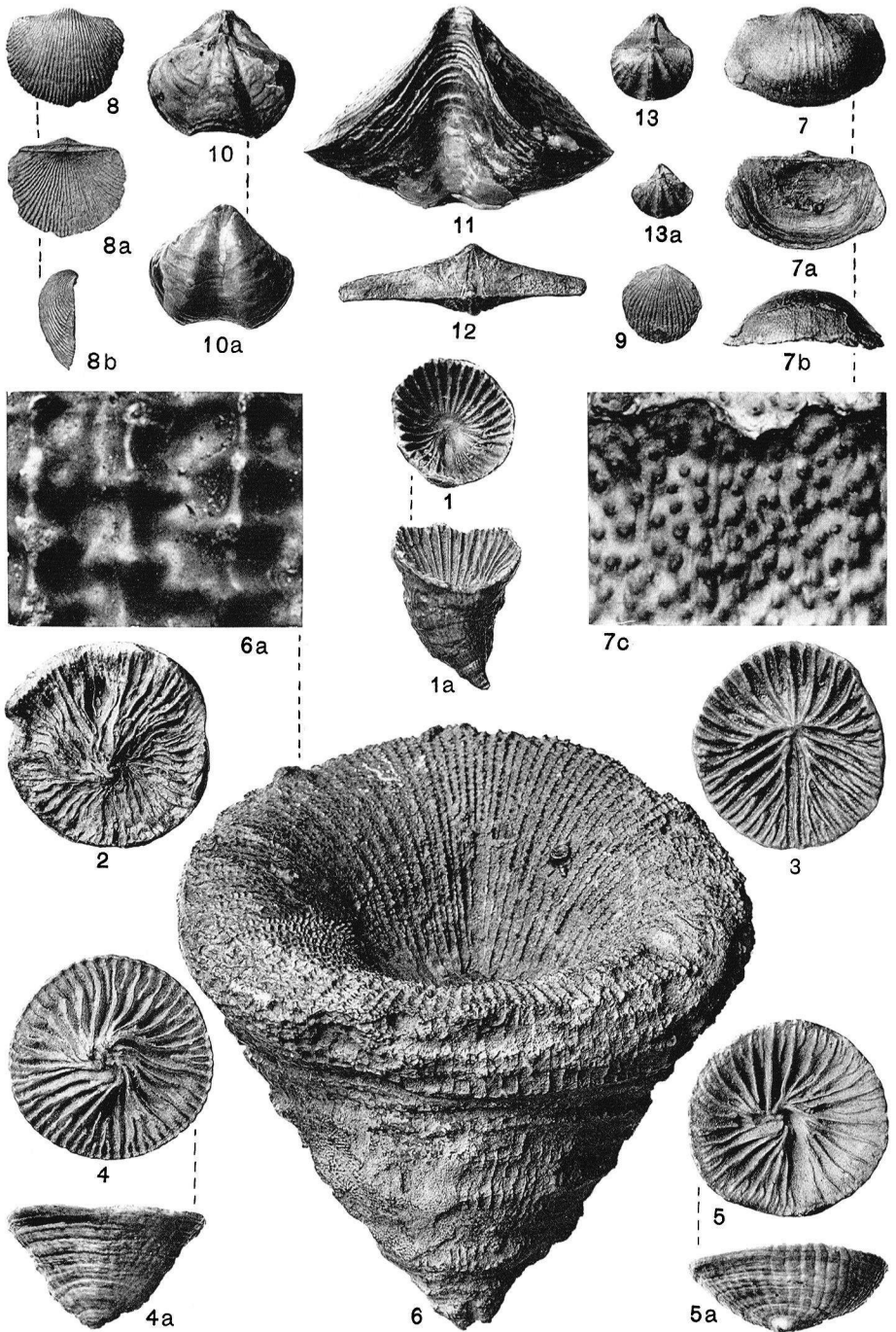
Fascicules 1-2. (Feuilles 1-4, pl. I).	Juillet 1941 ;
— 3-6. ( — 5-11, pl. II-V).	Juillet 1941 ;
— 7-9. ( — 12-18, pl. VI-VII, 1 portrait).	Décembre 1941.

---

---



Phototypie Mémín, Arcueil (Seine)



Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

BULLETIN  
DE LA  
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE  
DE FRANCE

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

CINQUIÈME SÉRIE

TOME DIXIÈME



FASCICULE 1-2

Feuilles 1-4 — Planche I

16 figures dans le texte

PARIS  
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE  
28, rue Serpente, VI

COMPT. DE CHÈQUES POSTAUX PARIS, N<sup>o</sup> 173-72  
Téléph. : DANTON 90-61

1940



# SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

FONDÉE LE 17 MARS 1830.

Etablissement d'Utilité Publique, reconnu par Ordonnance du 3 avril 1832.

---

## EXTRAITS DU RÈGLEMENT

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

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

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

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

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

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

ART. 75. — Les auteurs reçoivent 50 tirages à part de leurs communications insérées au *Bulletin* : ils peuvent en outre en faire faire à leurs frais, en passant par l'intermédiaire du Secrétariat.

---

## AVANTAGES ACCORDÉS AUX MEMBRES

Les membres de la Société reçoivent *gratuitement* les **Comptes rendus des séances et le Bulletin**.

Le service de la **Bibliographie des Sciences géologiques** n'est fait qu'aux membres qui envoient 20 fr. par an pour les frais de port et de manutention.

Les membres peuvent utiliser le prêt des livres à *domicile* (cautionnement 100 fr.).

Ils peuvent *acheter* à la Société : 1° avec une remise de 50 %<sub>o</sub>, les **Comptes rendus et les Bulletins** (200 fr. l'année), la **Bibliographie** (100 fr. l'année), les **Mémoires de Géologie** (par mémoire); 2° avec une rem. de 20 %<sub>o</sub>, les **Mémoires de Paléontologie** (par mémoires séparés), les **Mémoires** (nouvelle série) par souscription au volume (180 fr., étr. 200) ou par mémoires séparés.

La Société met également en vente les ouvrages de Fontannes et de Cossmann. Catalogue et prix sur demande.

1. La remise ne s'applique que pour un seul exemplaire. Elle ne s'applique pas aux séries complètes, mises en réserve, qui ne sont vendues qu'après décision spéciale du Conseil.

---

## CONDITIONS D'ADMISSION

Être présenté à une séance de la Société par deux de ses membres qui auront signé la présentation et avoir été proclamé dans la séance suivante (art. 4 du Règlement).

A défaut de deux parrains, adresser au Secrétariat un exposé de titres et références.

**Cotisation** : 100 francs par an.

**Membres à vie** : 2.000 francs.

**Membres à perpétuité** : 5.000 fr.

---

Pour tous renseignements, achats et abonnements, s'adresser impersonnellement au Secrétaire de la Société, 28, rue Serpente, Paris, VI<sup>e</sup>.

# Publications de la Société Géologique de France

28, rue Serpente, Paris, VI<sup>e</sup>.

---

1<sup>o</sup> **Comptes Rendus** sommaires des Séances, **servis gratuitement, deux fois par mois, à tous les Membres de la Société**, et formant chaque année 1 vol. in-8<sup>o</sup> de 250 p. env. *Abonnement* : France 30 fr. Etranger 40 fr.

2<sup>o</sup> **Bulletin** périodique des travaux de la Société, **dont le service est fait gratuitement à tous les membres de la Société**, et formant, depuis l'origine de la Société, un volume annuel in-8<sup>o</sup> de 1000 pages environ avec nombreux dessins, photographies, héliogravures, cartes en noir et en couleurs.

*Abonnement*, donnant droit en outre au Service du C. R. sommaire des Séances : France 160 fr. — Etranger 180 fr.

La Société Géologique de France met en vente une **collection complète des cent années de son Bulletin** (1830 à 1930) au prix net de 28.000 fr.

La Société met également en vente le t. IV de la 1<sup>re</sup> série du *Bulletin*, 1833-34 (reprod. *fac-similé*), au prix de 200 frs, remise 50 % pour les membres.

3<sup>o</sup> **Bibliographie des Sciences Géologiques**, publication paraissant depuis 1923 (Service fait aux Membres qui envoient une somme annuelle de 20 fr.). En librairie 100 fr. l'année.

4<sup>o</sup> **Réunions extraordinaires**, prix divers.

5<sup>o</sup> **Mémoires: Géologie**, 1833-1910 (En vente par Mémoire).

6<sup>o</sup> **Mémoires: Paléontologie**, 1890-1923 (En vente par Mémoire).

7<sup>o</sup> **Mémoires** *Nouvelle série* (1924), en souscription : France 180 fr. — Etranger 200 fr., en librairie le tome 250 fr. minimum.

8<sup>o</sup> **Varia**: D'ARCHIAC, Histoire des Progrès de la Géologie (moins le tome I). Prix : 60 francs.

FONTANNES, 40 brochures ou volumes. Prix divers.

CAMÉRÉ, Carte géologique des environs de Nice, 1877. Prix : 10 fr.

MOLENGBAUF, Géologie du Transvaal, in-8<sup>o</sup> raisin, 80 p., 19 fig.,

1 planche de coupes, 1 carte en 17 couleurs au 1/1500 000, 1901.

Prix : 10 francs. — La carte seule. Prix : 5 francs.

COSSMANN, *Rev. Crit. de Paléozoologie*, 1896-1924, et public. diverses. Catalogue et prix sur demande.

---

*Adresser toute correspondance :*

**AU SECRÉTAIRE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE**

**28, rue Serpente. Paris, VI<sup>e</sup>.**

## TABLE DES MATIÈRES (TOME X, FASCICULE 1-2)

---

<b>A.-F. de Lapparent.</b> — Précisions nouvelles au sujet des diapirs de Suzette (Vaucluse) et de Propiac (Drôme) (4 fig.).....	3
<b>P. Chabanaud.</b> — Étude complémentaire de la morphologie du Téléostéen pleuronectoïde soléiforme <i>Eobuglossus eocenicus</i> (1 pl., 3 fig.).....	17
<b>G. Denizot.</b> — Le Stampien de la région parisienne et le classement de l'Oligocène (5 fig.).....	25
<b>Léo Picard.</b> — Sur l'orogénèse de l'Algonkien supérieur en Arabo-Afrique septentrionale (3 fig.).....	49
<b>Paul Deleau.</b> — Coupe des terrains liasiques et jurassiques du Djebel Nador (départ. d'Oran) (1 fig.).....	59

**BULLETIN**  
DE LA  
**SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE**  
DE FRANCE

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

CINQUIÈME SÉRIE

TOME DIXIÈME



FASCICULE 3-6

Feuilles 5-11 — Planches II-V

26 figures dans le texte

PARIS  
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE  
28, Rue Serpente (VI<sup>e</sup>)

Compte de chèques postaux : PARIS 173-72

Tél. : DANTON 90-61

1940

## RÉDACTION DU BULLETIN ET DES MÉMOIRES

---

*Les auteurs sont instamment priés de se conformer aux instructions ci-dessous pour la rédaction et la présentation de leurs notes.*

Les notes et mémoires ne sont publiés qu'après leur examen par la Commission du Bulletin ou des Mémoires.

**Les manuscrits doivent être déposés le jour même de la présentation.** Ils doivent être écrits à la machine et en grand interligne sur le recto seulement des feuillets. On soulignera d'un trait les mots qui doivent être imprimés en italiques, c'est-à-dire, entre autres, les noms de *famille*, *genre*, *espèce*, *variété* (en latin) et de deux traits ceux qui doivent être imprimés en petites capitales.

Les auteurs sont priés d'indiquer les passages à mettre en petit texte.

Les désignations de localité doivent toujours comporter l'indication de la commune et du département.

Les noms d'espèce *en latin* doivent être écrits avec une minuscule pour la première lettre, sauf si ce sont des noms propres, mythologiques ou autres :

Exemples : *amœnus*, *parisiensis*, *callidictya*, *Gaudryi*, *Jovis*.

Les noms de terrains (Turonien, Éocène) prennent aussi une capitale à la première lettre, à moins qu'ils ne soient adjectivés (terrain coniacien, couches éocènes).

Conformément à l'usage, les noms de minéraux et de roches s'écrivent avec une minuscule. Il en est de même des termes techniques, tels que synclinal, transgression, métamorphisme, etc.

Les mesures ne doivent pas être données en toutes lettres. Le nombre est donné en chiffres et les mesures en abrégé, conformément aux conventions en usage. On écrit donc 3 km et non 3 kilomètres, 5° et non 5 degrés, etc.

Les points cardinaux ne sont pourvus de majuscules que lorsqu'ils désignent une région. Ex. : les terrains tertiaires du Nord de la France. Dans les autres cas, il est recommandé de les remplacer par les abréviations conventionnelles N, S, E, W, non suivies d'un point ou d'un tiret. Ainsi on écrit NW, et non N.W. ou N.-W. Par contre, on écrit N-S et NW-SE.

On doit avoir grand soin, dans les noms propres et dans les noms latins d'espèce, de ne pas confondre les signes æ et œ.

Le type de caractères en usage dans les publications de la Société comportant des E avec accent aigu, on écrit toujours Éocène et non Eocène, Égypte et non Egypte.

Il n'y a pas lieu de mettre un tréma aux diphtongues latines (*naticoides*).

Ne pas mettre d'article devant les noms d'espèces (*Cerithium giganteum*, et non le *Cerithium giganteum*).

**Noms spécifiques.** Il ne doit être publié dans le *Bulletin*, les *Mémoires* et les *Comptes rendus* aucun nom d'espèce ou de genre nouveau dont l'auteur n'a pas fourni une description accompagnée de figures.

*Le nom spécifique de tout fossile cité doit être suivi du nom de l'auteur qui a fait l'espèce. Ex. :*

*Reineckeia pseudomutabilis* DE LORIOI — *Modiola sulcata* LMK.

**Références.** On indiquera d'abord, le nom de l'auteur (souligné deux fois), puis le titre, *absolument complet*, de l'ouvrage ; de plus, s'il y a lieu, le titre du périodique (souligné une fois), la série, le tome, l'année, la page. Exemples :

H. DOUVILLÉ. Sur l'âge des couches traversées par le canal de Panama. *B. S. G. F.*, (3), XXVI, 1898, p. 587-600 ; p. 594, note 3.

IMBEAUX, HOC, VAN LINT et PETER. Annuaire statistique et descriptif des distributions d'eaux de France, Algérie et Tunisie, Belgique, Suisse et Grand-Duché de Luxembourg. 8°. Paris, Dunod, 1903 ; 1738 p.

Les références ne doivent jamais être placées dans le texte, même entre parenthèses, mais renvoyées en notes infrapaginales.

**Les figures dans le texte** doivent être présentées prêtes à être clichées ; en conséquence, les dessins doivent être faits à l'encre de Chine sur bristol blanc ou papier d'architecte ligné en bleu. Pour la bonne tenue de notre *Bulletin*, la lettre doit être parfaite.

Tout dessin jugé défectueux par la Commission du Bulletin sera renvoyé à l'auteur ou redessiné à ses frais.

Dans le but de faciliter la mise en pages, les auteurs sont invités à répéter les légendes dans le texte à l'emplacement des figures.

Pour les **planches hors texte**, il doit être fourni des dessins dans les mêmes conditions ou une *esquisse* de dimensions convenables. L'acceptation des *planches phototypiques* n'est discutée que sur la présentation de *bonnes épreuves photographiques* à l'échelle définitive. *L'exécution des clichés photographiques est donc toujours à la charge des auteurs.* Dimensions maxima utilisables : en in-8°, Bulletin : 170 × 110 mm. — en in-4°, Mémoires : 180 × 230 mm.

---

*Les auteurs ont un délai de huit jours pour la correction de leurs épreuves. Ce délai expiré, le Secrétaire passe outre.*

# TABLE DES MATIÈRES (TOME X, FASCICULE 3-6)

---

<b>Cécile Verlet et E. Roch.</b> — Compléments à la géologie du Nord de Figuig (Maroc SE) ( <i>1 fig.</i> ) . . . . .	65
<b>Bernard Gèze.</b> — Sur les phosphorites du Bas-Languedoc ( <i>1 fig.</i> ) . .	87
<b>J. Viret.</b> — Sur la brèche à chiroptères de Bouzigues (Hérault) ( <i>1 fig.</i> ) .	95
<b>F. Douvillé.</b> — Sur deux <i>Oppelia</i> de la collection de Grossouvre ( <i>Pl. II, 1 fig.</i> ) . . . . .	101
<b>L. et J. Morellet.</b> — Les diverses interprétations du terme de « Bartonien » . . . . .	105
<b>Alfred Lacroix.</b> — Les roches basaltiques de l'île Maré (archipel Loyauté) . . . . .	121
<b>C. Arambourg.</b> — Le groupe des Ganopristinés ( <i>Pl. III et IV, 12 fig.</i> )	127
<b>Geneviève Delpey.</b> — <i>Vergnesia Morelleti</i> , nov. gen. nov. sp., Néritidé de l'Éocène moyen du Bassin de Paris ( <i>8 fig.</i> ) . . . . .	149
<b>P. Russo.</b> — Recherches sur le contact entre la Berbérie et le Sahara ( <i>2 fig.</i> ) . . . . .	153
<b>A. Bigot.</b> — Les surfaces d'usure et les remaniements dans le Jurassique de Basse-Normandie ( <i>Pl. V</i> ) . . . . .	165

**BULLETIN**  
DE LA  
**SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE**  
DE FRANCE

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

CINQUIÈME SÉRIE

TOME DIXIÈME

FASCICULE 7-9

Feuilles 12-18 — Planches VI-VII

12 figures dans le texte  
(1 portrait)

PARIS  
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE  
28, Rue Serpente (VI<sup>e</sup>)

Compte de chèques postaux : PARIS 173-72  
Tél. : DANTON 90-61

1940



## RÉDACTION DU BULLETIN ET DES MÉMOIRES.

---

*Les auteurs sont instamment priés de se conformer aux instructions ci-dessous pour la rédaction et la présentation de leurs notes.*

Les notes et mémoires ne sont publiés qu'après leur examen par la Commission du Bulletin ou des Mémoires.

**Les manuscrits doivent être déposés le jour même de la présentation.** Ils doivent être écrits à la machine et en grand interligne sur le recto seulement des feuillets. On soulignera d'un trait les mots qui doivent être imprimés en italiques, c'est-à-dire, entre autres, les noms de *famille*, *genre*, *espèce*, *variété* (en latin) et de deux traits ceux qui doivent être imprimés en petites capitales.

Les auteurs sont priés d'indiquer les passages à mettre en petit texte.

Les désignations de localité doivent toujours comporter l'indication de la commune et du département.

Les noms d'espèce *en latin* doivent être écrits avec une minuscule pour la première lettre, sauf si ce sont des noms propres, mythologiques ou autres :

Exemples : *amœnus*, *parisiensis*, *callidictya*, *Gaudryi*, *Jovis*.

Les noms de terrains (Turonien, Éocène) prennent aussi une capitale à la première lettre, à moins qu'ils ne soient adjectivés (terrain coniacien, couches éocènes).

Conformément à l'usage, les noms de minéraux et de roches s'écrivent avec une minuscule. Il en est de même des termes techniques, tels que synclinal, transgression, métamorphisme, etc.

Les mesures ne doivent pas être données en toutes lettres. Le nombre est donné en chiffres et les mesures en abrégé, conformément aux conventions en usage. On écrit donc 3 km et non 3 kilomètres, 5° et non 5 degrés, etc.

Les points cardinaux ne sont pourvus de majuscules que lorsqu'ils désignent une région. Ex. : les terrains tertiaires du Nord de la France. Dans les autres cas, il est recommandé de les remplacer par les abréviations conventionnelles N, S, E, W, non suivies d'un point ou d'un tiret. Ainsi on écrit NW, et non N.W. ou N.-W. Par contre, on écrit N-S et NW-SE.

On doit avoir grand soin, dans les noms propres et dans les noms latins d'espèce, de ne pas confondre les signes æ et œ.

Le type de caractères en usage dans les publications de la Société comportant des E avec accent aigu, on écrit toujours Éocène et non Eocène, Égypte et non Egypte.

Il n'y a pas lieu de mettre un tréma aux diphtongues latines (*naticoides*).

Ne pas mettre d'article devant les noms d'espèces (*Cerithium giganteum*, et non le *Cerithium giganteum*).

**Noms spécifiques.** Il ne doit être publié dans le *Bulletin*, les *Mémoires* et les *Comptes rendus* aucun nom d'espèce ou de genre nouveau dont l'auteur n'a pas fourni une description accompagnée de figures.

*Le nom spécifique de tout fossile cité doit être suivi du nom de l'auteur qui a fait l'espèce. Ex. :*

*Reineckia pseudomutabilis* DE LORIOI. — *Modiola sulcata* LMK.

**Références.** On indiquera d'abord, le nom de *l'auteur* (souligné deux fois), puis le titre, *absolument complet*, de l'ouvrage ; de plus, s'il y a lieu, le titre du périodique (souligné une fois), la série, le tome, l'année, la page. Exemples :

H. DOUVILLÉ. Sur l'âge des couches traversées par le canal de Panama. *B. S. G. F.*, (3), XXVI, 1898, p. 587-600 ; p. 594, note 3.

IMBEAUX, HOC, VAN LINT et PETER. Annuaire statistique et descriptif des distributions d'eaux de France, Algérie et Tunisie, Belgique, Suisse et Grand-Duché de Luxembourg. 8°. Paris, Dunod, 1903 ; 1738 p.

Les références ne doivent jamais être placées dans le texte, même entre parenthèses, mais renvoyées en notes infrapaginales.

**Les figures dans le texte** doivent être présentées prêtes à être clichées ; en conséquence, les dessins doivent être faits à l'encre de Chine sur bristol blanc ou papier d'architecte ligné en bleu. Pour la bonne tenue de notre *Bulletin*, **la lettre doit être parfaite.**

Tout dessin jugé défectueux par la Commission du Bulletin sera renvoyé à l'auteur ou redessiné à ses frais.

Dans le but de faciliter la mise en pages, les auteurs sont invités à répéter les légendes dans le texte à l'emplacement des figures.

Pour les **planches hors texte**, il doit être fourni des dessins dans les mêmes conditions ou une *esquisse* de dimensions convenables. L'acceptation des *planches phototypiques* n'est discutée que sur la présentation de *bonnes épreuves photographiques* à l'échelle définitive. *L'exécution des clichés photographiques est donc toujours à la charge des auteurs.* Dimensions maxima utilisables : en in-8°, Bulletin : 170 × 110 mm. — en in-4°, Mémoires : 180 × 230 mm.

---

*Les auteurs ont un délai de huit jours pour la correction de leurs épreuves. Ce délai expiré, le Secrétaire passe outre.*

# TABLE DES MATIÈRES (TOME X, FASCICULE 7-9)

---

<b>H. Alimen.</b> — Traces de l'action éolienne dans les sables auversiens du Bassin de Paris ( <i>Pl. VI, 1 fig.</i> ) . . . . .	177
<b>Jean Cottreau.</b> — Coralliaires, Brachiopodes et Crinoïdes mésodévo- niens du Sahara Mauritanien et Occidental ( <i>Pl. VII, 1 fig.</i> ) . . .	187
<b>L. et J. Morellet.</b> — Etudes sur les Algues calcaires de l'Éocène du Cotentin ( <i>2 fig.</i> ) . . . . .	201
<b>Jacques Bourcart.</b> — Recherches stratigraphiques sur le Pliocène et le Quaternaire du Levant ( <i>7 fig., 1 carte.</i> ) . . . . .	207
<b>Pierre Pruvost.</b> — Notice sommaire sur la vie et l'œuvre de Charles Barrois ( <i>1 portrait</i> ) . . . . .	231
<b>Victor Maire.</b> — Contribution à la connaissance de la faune de l'oolithe ferrugineuse oxfordienne de Talant (Côte-d'Or). . . . .	263
Rapport de la Commission de Comptabilité . . . . .	273
Table du Tome X. . . . .	277

